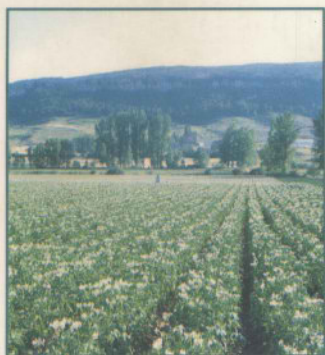
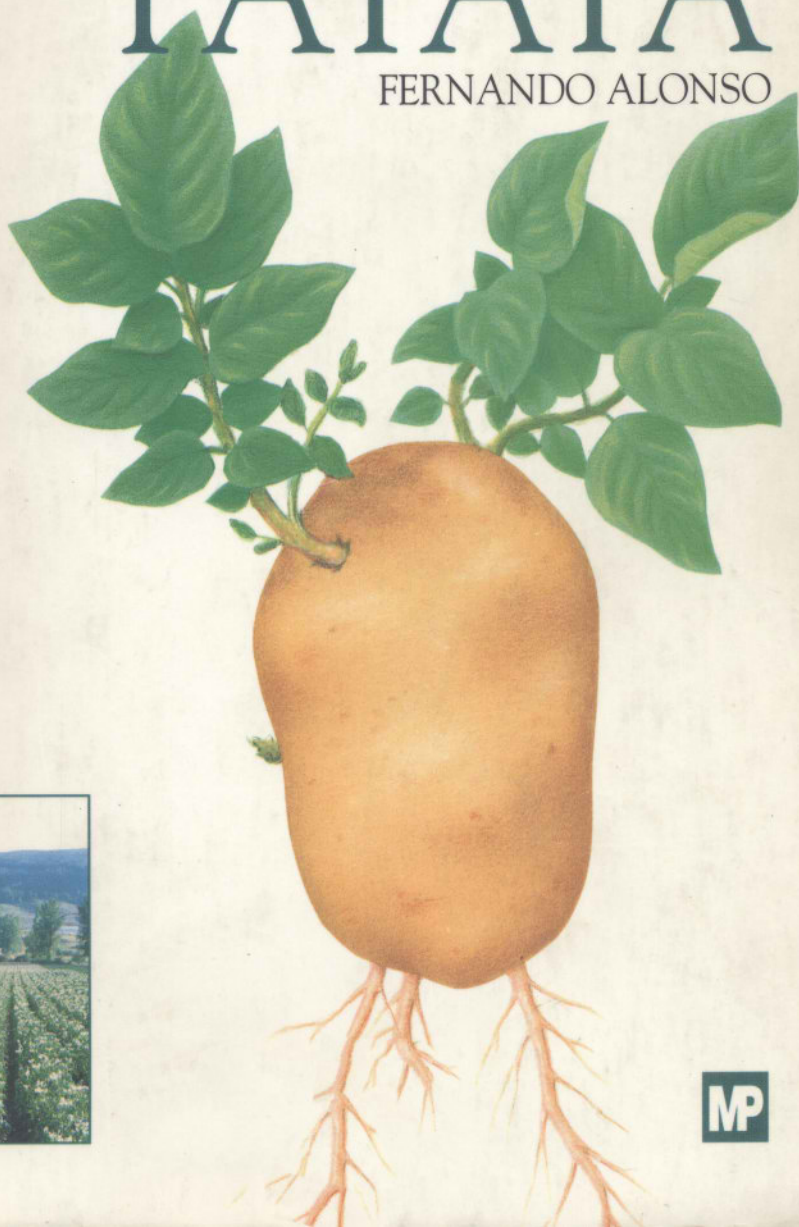


EL CULTIVO DE LA PATATA

FERNANDO ALONSO



MP

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

FERNANDO ALONSO ARCE

Ingeniero Agrónomo

EL CULTIVO DE LA PATATA



Ediciones Mundi-Prensa

Madrid • Barcelona • México

1996

fernando alonso arce
Ingeniero Agrónomo

Grupo Mundi-Prensa

- **Mundi-Prensa Libros, s.a.**
Madrid
- **Mundi-Prensa Barcelona**
 - **Editorial Aedos, s.a.**
Barcelona
- **Mundi-Prensa México, S. A. de C. V.**
México, D.F.

© 1996, F. Alonso Arce

© 1996, Ediciones Mundi-Prensa

Impreso en España - Printed in Spain

Imprime: Vía Gráfica, S.A.
FUENLABRADA (MADRID)



Prólogo

El cultivo de la patata tiene una gran importancia en España, llevándose a cabo con mayor o menor intensidad en todas las regiones al no haber limitaciones climáticas excluyentes para su cultivo; al ser tan diferentes las condiciones de producción en unas zonas y en otras, podemos decir que prácticamente en cualquier época del año podemos encontrar una zona española donde se estén arrancando patatas.

La presente obra trata de ser lo suficientemente sencilla como para que pueda ser consultada tanto por agricultores como por técnicos y para que sea accesible a todo aquél que, de una manera u otra, esté relacionado con el cultivo y comercialización de la patata.

En mi experiencia de trabajo tanto en la empresa privada como en la Administración, muchas veces se me ha pedido, tanto por agricultores como por técnicos, bibliografía para consultar determinadas cuestiones relacionadas con el cultivo de la patata y lo cierto es que no abundan las publicaciones específicas de patata en español.

En este trabajo se ha tratado de tocar todos los temas que influyen en la producción y calidad de la patata porque el objetivo fundamental de las explotaciones agrícolas productoras de patata es la obtención de altos rendimientos, con los costes más bajos posibles y de calidad adecuada al destino previsto: consumo en fresco, semilla o transformación industrial. Espero que este libro contribuya en alguna medida a conseguir este objetivo.

Capítulo 6. CRECIMIENTO DE LA PATATA	47
6.1. Preemergencia y emergencia	49
6.2. Crecimiento de los tubérculos y de la vegetación	49
Capítulo 7. RENDIMIENTO DEL CULTIVO	55
7.1. Densidad de plantación y calibre de los tubérculos	55
7.2. Densidad de plantación y dosis de siembra	56
7.3. Número de brotes por tubérculo madre	57
7.4. Distribución de los tallos	58

Indice

CAPITULO 1. HISTORIA DE LA PATATA	13
Utilización de la patata.....	17
CAPITULO 2. BIOSISTEMATICA DE LA PATATA	19
CAPITULO 3. LA PLANTA DE PATATA.....	23
3.1. Parte aérea.....	24
3.2. Raíces.....	26
3.3. Tubérculos.....	26
3.4. Brotes	29
CAPITULO 4. NUTRICION MINERAL.....	33
4.1. Factores que influyen en las decisiones a tomar sobre el uso de fertilizantes.....	33
4.2. Fertilización	36
4.3. Distribución de los fertilizantes.....	42
4.4. Acidez del suelo.....	43
CAPITULO 5. FISIOLOGIA DE LA PATATA.....	45
5.1. Fotosíntesis	45
5.2. Respiración	47
CAPITULO 6. CRECIMIENTO DE LA PATATA.....	49
6.1. Preemergencia y emergencia	49
6.2. Crecimiento de los tubérculos y de la vegetación.....	49
CAPITULO 7. RENDIMIENTO DEL CULTIVO	55
7.1. Densidad de plantación y calibre de los tubérculos	55
7.2. Densidad de plantación y dosis de siembra.....	56
7.3. Número de brotes por tubérculo madre.....	57
7.4. Distribución de los tallos.....	58

CAPITULO 8. MANEJO DE LA SEMILLA ANTES DE LA SIEM- BRA	61
8.1. Virosis	61
8.2. Tamaño de la semilla	62
8.3. Clasificación y calibrado de la semilla.....	63
8.4. Almacenaje de la semilla.....	64
8.5. Edad fisiológica de la semilla.....	65
8.6. Rotura de la latencia	65
8.7. Uso de semilla troceada.....	66
8.8. Prebrotado.....	69
CAPITULO 9. MANEJO DEL SUELO ANTES, DURANTE Y DES- PUES DE LA SIEMBRA	71
9.1. Preparación del terreno.....	71
9.2. Preparación de la cama de siembra	72
9.3. Profundidad de siembra	74
9.4. Formación de surcos o aporcado	75
9.5. Control de malas hierbas	76
CAPITULO 10. RECOLECCION	79
10.1. Momento de efectuar la recolección	79
10.2. Destrucción de la vegetación.....	80
10.3. Recolección, transporte y almacenaje	82
CAPITULO 11. ALMACENAJE	85
11.1. Requisitos para hacer un buen almacenaje.....	86
11.2. Factores que influyen en el almacenaje.....	91
11.3. Preparación de la patata.....	96
CAPITULO 12. PRODUCCION DE SEMILLA	97
12.1. Categorías y clases de patata de siembra	98
12.2. Semilla o material de partida.....	99
12.3. Tasa de multiplicación	99
12.4. Enfermedades transmitidas por la semilla.....	100
12.5. Degeneración de la semilla.....	101
12.6. Almacenaje y estado fisiológico.....	103
12.7. Calidad de la semilla producida	103
12.8. Manejo de la explotación productora de patata de siembra...	109
CAPITULO 13. OBTENCION DE NUEVAS VARIEDADES	111
13.1. Variación fenotípica	114
13.2. Variedades y sus propiedades	115
13.3. Características de una variedad	115
13.4. Nuevas variedades	116
13.5. Ensayo de nuevas variedades	119
CAPITULO 14. CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES	123
14.1. Diagnóstico de plagas y enfermedades	124

14.2. Medios de lucha contra plagas y enfermedades	125
14.3. Principales enfermedades de la patata.....	130
CAPITULO 15. PROBLEMAS PRODUCIDOS POR CAUSAS MEDIOAMBIENTALES	133
15.1. Corazón negro	133
15.2. Tubérculos helados. Necrosis por frío.....	134
15.3. Daños en el follaje por baja temperatura	135
15.4. Corazón hueco	136
15.5. Crecimientos secundarios	136
15.6. Tubérculos pelados y magullados	138
15.7. Tubérculos agrietados.....	138
15.8. Verdeo.....	139
15.9. Daños provocados por granizo, viento y rayos	139
15.10. Deficiencias de nutrientes	140
15.11. Podredumbre apical gelatinosa.....	141
15.12. Quemadura por fertilizante.....	142
15.13. Lenticelosis.....	142
15.14. Necrosis por calor y sequía	143
15.15. Mancha negra interna	143
15.16. Necrosis reticular.....	144
CAPITULO 16. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR BACTERIAS.....	145
16.1. Pie negro (<i>Erwinia carotovora</i>).....	145
16.2. Marchitez bacteriana (<i>Pseudomonas solanacearum</i>).....	146
16.3. Necrosis bacteriana (<i>Clavibacter michiganensis ssp. sepedonicus</i>).....	148
16.4. Sarna común (<i>Streptomyces scabies</i>).....	149
CAPITULO 17. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR HONGOS..	151
17.1. Mildiu o Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	151
17.2. Alternaria o Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>)	154
17.3. Sarna pulverulenta (<i>Spongospora subterranea</i>).....	155
17.4. Sarna verrugosa (<i>Synchytrium endobioticum</i>).....	156
17.5. Rizoctonia (<i>Rhizoctonia solani</i>)	158
17.6. Sarna plateada (<i>Helminthosporium solani</i>)	159
17.7. Gangrena (<i>Phoma exigua</i>).....	159
17.8. Fusarium (<i>Fusarium solani</i>).....	160
17.9. Verticilosis (<i>Verticillium albo-atrum</i>).....	161
17.10. Mancha en la piel (<i>Oospora pustulans</i>)	162
CAPITULO 18. ENFERMEDADES PRODUCIDAS POR VIRUS	165
18.1. Virus del enrollado (PLRV).....	166
18.2. Virus Y (PVY).....	166
18.3. Virus leves	168
18.4. Virus de la marchitez apical (TSWV)	169
18.5. Viroide del tubérculo ahusado (PSTV)	170

INDICE

18.6. Punta morada (Mycoplasma Stolbur).....	171
18.7. Virus rattle	172
CAPITULO 19. PLAGAS DE NEMATODOS E INSECTOS.....	175
19.1. Nematodos	175
19.2. Insectos	181
CAPITULO 20. PRODUCTOS FITOSANITARIOS.....	185
20.1. Fungicidas.....	185
20.2. Insecticidas	187
20.3. Nematicidas	188
20.4. Herbicidas.....	188
CAPITULO 21. NORMA DE CALIDAD PARA PATATA DE CONSUMO	191
CAPITULO 22. NORMA DE CALIDAD PARA PATATA DE SIEMBRA.....	197
CLAVE BASICA PARA LA IDENTIFICACION DE ENFERMEDADES DE LA PATATA	201
BIBLIOGRAFIA	209
FOTOGRAFIAS EN COLOR	211

C A P Í T U L O 1

Historia de la patata

Según estudios acerca de la distribución de las primeras patatas cultivadas y de las especies silvestres más parecidas a ellas, parece lo más probable que donde primero se cultivó la patata fue en la región del lago Titicaca, al norte de Bolivia y en las altas mesetas de la cordillera de los Andes.

Según los documentos arqueológicos y etnológicos disponibles, las poblaciones andinas al sur del Perú y al norte de Bolivia empezaron a comer patatas silvestres de 3000 a 4000 años antes de nuestra era.

La domesticación de la patata no se produciría hasta mucho más tarde, aunque bastante antes de la llegada de los incas. Pero la fecha, el lugar, la manera y los autores de su cultivo son totalmente desconocidos.

En Perú se han desenterrado en cuatro excavaciones arqueológicas diferentes, patatas momificadas y se encontró que uno de los tubérculos fechado entre el 1800 y el 1500 antes de Cristo, presentaba una lesión similar a la producida por la sarna común.

Ya se encuentran cerámicas representando patatas en las culturas Inca, Moche y Chimú, en las costas del norte de Perú, fechadas por los arqueólogos en el siglo IV antes de Cristo.

En la época de la conquista, a principios del siglo XVI, tenemos relatos de los cronistas acerca del cultivo de la patata en lo que ahora es Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile.

Los nombres nativos de la patata también indican un cultivo antiguo y ampliamente extendido ya que varían completamente en los principales idiomas indios que se hablaron en las zonas donde se cultivaba la patata. Así, en el lenguaje Chibcha se usaron los nombres "iouza", "iomui", etc. En Quechua, el idioma del imperio inca, el nombre corriente fue "papa" que fue sustituyendo a los nombres de las tribus conquistadas ("ajsu", "impari", etc.); en Bolivia, los indios Aymara usaron las palabras "amka" y "choque", mientras que en Chile, los Araucanos le dieron el nombre de "poñi".

Los españoles adoptaron el nombre "papa" para la patata, a lo largo de sus colonias del oeste de América. En Europa la palabra "papa" no se adoptó nunca, ex-

cepto en el sur de la Península Ibérica y en las islas Canarias. Por el contrario, nuestra palabra se deriva de "batata" que es como los indios Arawak del Caribe llamaban a la patata dulce. Esto se debió a que los españoles encontraron antes la patata dulce, y no teniendo nombre para un tubérculo de esa clase, usaron la palabra "batata" y ese nombre se lo dieron a otras plantas tuberosas que encontraron en las colonias americanas. Patata es obviamente una forma semejante y derivada de "batata". La palabra "papa" se usa en toda Hispanoamérica y dentro de España se utiliza en Canarias y en Andalucía, como ya se ha dicho.

Se cita la fecha de 1570 como la de la primera entrada de la patata en Europa continental a través del puerto de Sevilla y se cree que fue cultivada en algún lugar de la zona sevillana durante algunos años. Desde Sevilla se fue extendiendo a otros países como Italia e Inglaterra pero como una curiosidad botánica, no como alimento. Hacia 1590 se cita la entrada de patata en Irlanda procedente de América.

Seguidamente, se extendió, debido a las guerras y al hambre, a través de Europa, para finalmente llegar al resto del mundo. Como hecho curioso, se puede decir que las dos primeras introducciones en Norteamérica se realizaron, no a partir de Sudamérica, sino de Europa: la primera en Virginia en 1621 vía las islas Bermudas y la segunda en New Hampshire en 1719 probablemente transportada por emigrantes escoceses e irlandeses.

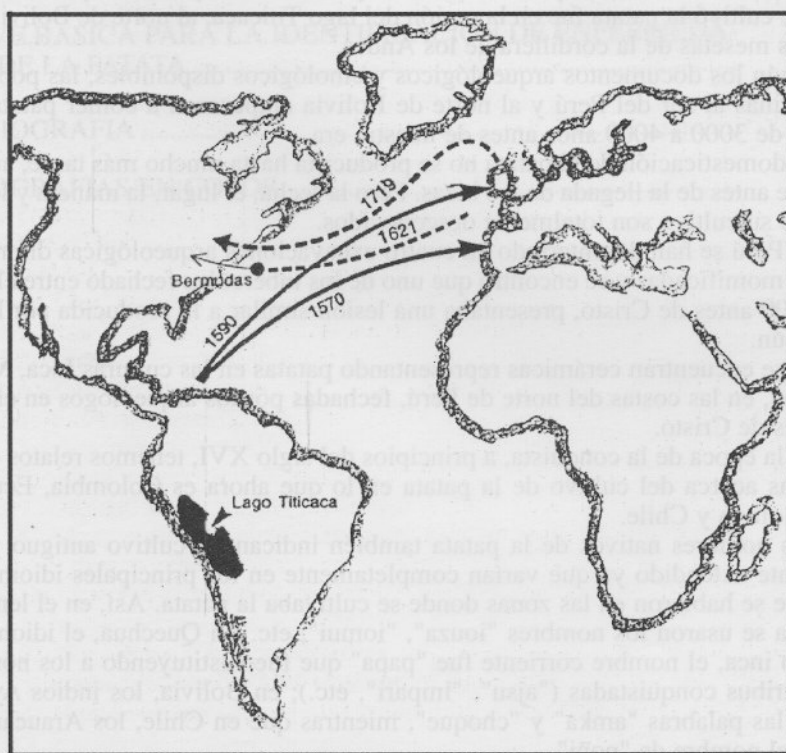


Fig. 1. Introducción de la patata en Europa y América del Norte.
G. DUCREUX 1986

La mayoría de las variedades de patata que existen derivan de *Solanum tuberosum* subespecie andígena aunque las variedades más cultivadas pertenecen a la subespecie "tuberosum".

En Europa y Norteamérica, partiendo de una introducción limitada de material, se desarrolló la subespecie tuberosum, mientras que en las regiones andinas de Sudamérica la subespecie que se cultiva es la *andígena* ya que está adaptada a formar tubérculos bajo las 12 horas de luz diaria de las latitudes tropicales; pero cuando se planta en Europa tuberizan muy tarde, cuando a últimos de Septiembre o primeros de Octubre la luz diaria se ha acortado hasta tener una duración de 12 horas y los rendimientos son muy bajos debido a que las temperaturas nocturnas son bajas para que haya una tuberización eficiente y normalmente las plantas mueren por efecto de la helada.

La patata no dejó de ser considerada como una curiosidad botánica, para pasar a ser un cultivo normal hasta mediados del siglo XVIII a pesar del hecho de que en Sudamérica era una planta cultivada normalmente. Se cree que donde primero se cultivó en Europa fue en el sur de Francia, en el sur de Irlanda y en otras zonas con inviernos suaves, debido a que la tuberización era tardía y los rendimientos muy bajos por la influencia del fotoperiodo expuesta anteriormente.

Posteriormente, se fueron seleccionando variedades por su precocidad (maduración temprana), adaptadas a los días largos de los veranos europeos.

Si la patata se cultiva ahora en todo el mundo, su penetración en el Viejo Continente no se realizó fácilmente, debido sobre todo a la mala reputación que la acompañaba.

Los prejuicios populares la consideraban buena solamente como alimento para los animales y los mendigos. Incluso, se la llegó a acusar de producir la lepra.

Hizo falta toda la persuasión de un francés llamado Parmentier, con influencia en el entorno del rey francés, para conseguir popularizar las patatas en Francia, a finales del siglo XVIII. En 1796 su cultivo se extendió en Francia a 5.000 hectáreas y un siglo más tarde alcanzaba su máximo en el país vecino con 1.600.000 hectáreas.

En agosto de 1845 apareció en Irlanda el mildiu, una enfermedad producida por el hongo *Phytophthora infestans*; debido a su tardía llegada y a su irregular distribución ese año sólo se produjeron algunas pérdidas debidas a podredumbres después de recolectada la patata, pero al año siguiente, en agosto de 1846 prácticamente la totalidad del cultivo estaba destruido en Irlanda, privando a la población de su principal fuente de alimentación.

Los peores efectos de la gran "hambruna" irlandesa se dejaron sentir en 1847 cuando aparecieron: escorbuto, disentería, cólera y tifus, produciendo una gran mortandad y haciendo que muchos irlandeses emigrasen.

Los irlandeses no olvidarán las terribles consecuencias de esta gran hambruna que se llevó un millón y medio de vidas y que obligó a emigrar a otro millón de personas.

La patata servía tanto para la alimentación humana como para los animales domésticos. Su cultivo sufrió seguidamente una importante regresión, cuando los tubérculos dejaron de ser empleados como alimento para el ganado, al ser sustituidos por harina de cereales.

Incluso para la alimentación humana, la patata ha perdido el lugar preponderante que ocupaba hace 30 años; se estima que actualmente, el consumo de patata en España es de unos 100 kg por persona y año y aún sigue bajando.

La media europea de consumo es más baja que la española y está en unos 75 kg por habitante y año.

La elevación del nivel de vida ha transformado las costumbres alimentarias y la patata ha dejado de ser un alimento de base, para ser empleada cada vez más como verdura de acompañamiento.

De esta manera, una planta confinada en Sudamérica hasta finales del siglo XVI, se ha transformado con el paso de cuatrocientos años en el cultivo que ocupa el cuarto lugar en el ranking mundial en cuanto a producción, detrás de trigo, arroz y maíz; en cuanto a la producción de proteínas por hectárea, únicamente es superada por la soja.

La superficie dedicada al cultivo de patata en el mundo ha bajado de los casi 20 millones de hectáreas de la década de los 70 hasta las poco más de 17 millones de hectáreas actuales y la producción mundial actual está en torno a las 270 millones de toneladas métricas.

A pesar de esta disminución en el número de hectáreas cultivadas y debido al aumento de la productividad, la producción mundial de patata ha ido aumentando poco a poco.

En España se ha bajado desde las más de 350.000 hectáreas dedicadas a este cultivo en la década de los 70 con una producción de alrededor de 5,6 millones de toneladas hasta las poco más de 210.000 hectáreas que se siembran actualmente y que producen alrededor de 4,2 millones de toneladas.

Basándose en la reciente evolución del cultivo en Europa, mucha gente cree que la producción mundial de patata está cayendo y que el aumento de la renta per cápita en los países en vías de desarrollo hará que baje el consumo. Es cierto que la producción de patata está cayendo gradualmente en los países europeos pero en cualquier otra región del mundo el cultivo está aumentando.

El promedio actual anual de consumo de patata está en unos 55 y 11 kg por habitante y año en los países desarrollados y en los países en vías de desarrollo, respectivamente. Normalmente, en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo las patatas son más caras que en los países desarrollados mientras que con el arroz o con el pan sucede lo contrario; por esta razón la patata se consume como uno de los alimentos principales y a bajo coste en Europa y Norteamérica mientras que es una verdura de lujo en la mayoría de los países de África, Asia y Latinoamérica.

Está comprobado que a medida que aumenta la renta familiar en los países en desarrollo, el consumo per cápita de patata aumenta en un porcentaje similar. Del mismo modo, se ha comprobado que a medida que baja el precio de la patata en esos países, el consumo per cápita de la misma aumenta en un porcentaje mucho mayor. Estos resultados implican que en la medida en que aumenten las rentas per cápita en los países en vías de desarrollo y en la medida en que las nuevas tecnologías reduzcan el coste unitario de producción, el consumo de patata se incrementará.

Las previsiones que existen es que la producción de patata va a bajar moderadamente en Europa, va a aumentar también moderadamente en Norteamérica pero va a aumentar rápidamente en Latinoamérica y África y especialmente en Asia.

Si se cumplen estas previsiones, el porcentaje de participación europea en la producción mundial de patata bajará y por el contrario aumentará el del resto de las regiones del mundo.

Utilización de la patata

La mayoría de la patata producida en el mundo se consume en fresco pero en los países más desarrollados cada vez es más alto el porcentaje de patatas que se transforman de una u otra manera para su aprovechamiento posterior en los diferentes usos que se le da.

Los primeros industriales de la patata fueron sin duda los indios de los Andes, como pudieron comprobar los españoles que descubrieron Perú en el siglo XVI.

Los indios usaban dos sistemas de conservación: el primer sistema consistía en deshidratar las patatas al sol y al viento para que no se pudrieran y para consumirlas sólo hacía falta ponerlas en remojo en agua como se hacía y se hace con las legumbres secas; el segundo sistema consistía en exponer los tubérculos durante la noche al frío glacial que reina en las altiplanicies de la cordillera andina y de esta manera conseguían congelarlas.

Actualmente, en la industria de la patata, aunque las técnicas han evolucionado, los principios siguen siendo los mismos: patatas troceadas congeladas y purés deshidratados, a los que hay que añadir otros sistemas de conservación mediante fritura unos y mediante cocción con posterior extrusión otros.

La patata también sirve de materia prima en otras transformaciones industriales, en especial a partir de uno de sus elementos, el almidón, llamado también fécula. El almidón, de fácil extracción y purificación se emplea tal cual o bien despolimerizado en forma de dextrina ("almidón modificado") en diferentes industrias alimentarias: como espesante y estabilizante en los helados, sopas, salsas, etc.; como sustituto de la harina para aligerar las pastas de fabricación de galletas, repostería, pastelería, etc.

Otro uso que se le da a este tubérculo es para fabricar aguardientes como el vodka, que es alcohol de fécula de patata.

En la industria farmacéutica la fécula sirve a menudo como excipiente para los comprimidos.

El almidón obtenido de la patata también puede sufrir tratamientos físicos o químicos que permiten su empleo en numerosas ramas de la industria. Mediante un tratamiento con agua caliente se obtiene el gel o engrudo que se utiliza en las tintorerías para almidonar las ropas y la lencería; también se utiliza en la industria textil para dar buena vista a los tejidos.

El engrudo de almidón en forma de escamas de almidón hinchables y pregelatinizadas, es empleado en la fabricación de pastas de papel, papel couché, papel kraft, cartonajes y en la industria del contraplacado y paneles aglomerados.

Este mismo engrudo se utiliza también como agente floculante en las minas de potasa y en las perforaciones petrolíferas. Además, se le utiliza en cantidades pequeñas, pero necesarias, en la fabricación de cerillas, ceras, caucho, bramantes o cuerdas, fieltro de los sombreros e incluso en fotografía.

Las modificaciones químicas del almidón obtenido de la patata proporcionan además otras posibilidades; entre estas aplicaciones podemos citar:

— La eterificación, en la producción de poliésteres, que se utilizan en la fabricación de espumas de poliuretano.

— La acción de la sosa, que produce el xantato de almidón empleado en el tratamiento de las aguas usadas para atrapar los metales pesados, como cobre, níquel.

etc.; el xantato de almidón también se utiliza como floculante selectivo para recuperar vanadio en la metalurgia del plomo y del cobre.

Como se ve, las aplicaciones de la patata son múltiples y muy variadas y aunque como ya hemos dicho la principal utilización es para consumo humano en fresco, en algunos países, uno de los cuales es Estados Unidos, más del 50% de la patata producida se transforma industrialmente.

C A P Í T U L O 2

Biosistemática de la patata

La patata pertenece a la familia de las Solanáceas que incluye a especies tan distintas como la berenjena (*Solanum melongena*), pimiento (*Capsicum* spp), tomate (*Lycopersicum*), tabaco (*Nicotiana tabacum*), etc. Probablemente, todos los miembros de la familia poseen algún tipo de alcaloide, más patente en *Nicotiana*, *Atropa*, *Datura* y *Mandrágora*, aunque en pequeñas cantidades en muchos casos, como es la "Solanina" de la patata contenida en los tubérculos enverdecidos por la luz.

La mayoría de las patatas cultivadas comercialmente pertenecen a la especie *Solanum tuberosum*. Son plantas herbáceas que producen tubérculos que son su parte comestible.

Muchas de las modernas variedades son híbridos entre las subespecies *Tuberosum* y *Andigena* y otras especies como *Solanum demissum*, etc.

Las patatas cultivadas tienen en su mayoría cuatro juegos de cromosomas ("tetraploides"), constando cada juego de doce cromosomas, aunque hay especies del género *Solanum* que son *diploides*, *triploides*, *pentaloides* y *hexaploides*.

De las más de mil especies del género *Solanum*, unas doscientas treinta producen tubérculos de algún tipo, por lo que en cierto modo a todas ellas se le pueden llamar patatas. Todas estas especies silvestres que tuberizan están confinadas en el continente americano y muchas de ellas son muy útiles para los obtentores de patata debido a su resistencia a plagas y enfermedades y su adaptación a climas extremos. Como ejemplo de esta utilización podemos citar a la mejicana *Solanum demissum* que confiere resistencia al mildiu (*Phytophthora infestans*), la mejicana *Solanum stoloniferum* y la argentina *Solanum chacoense* que dan resistencia al virus Y (PVY) así como a diversas plagas de insectos o la especie *Solanum acaule* cuya resistencia a las heladas ha sido ya incorporada en algunos clones que se están obteniendo.

El tubérculo se forma por el hinchamiento de los tallos subterráneos modificados, llamados también estolones, en los que se acumulan productos de reserva.

Además de acumular reservas, el tubérculo es también un órgano de propagación o multiplicación.

Las especies del género *Solanum* pueden reproducirse de dos maneras diferentes:

A) Sexualmente, que es muy corriente en las especies silvestres.

B) Asexualmente o vegetativamente, por medio de tubérculos, que es la forma normal de reproducción de las especies cultivadas.

La reproducción vegetativa, también presente en fresa, frambuesa y otras especies vegetales, es una manera de propagación que no requiere la reproducción sexual; a partir de los tubérculos se desarrollan nuevas plantas estrictamente idénticas, desde el punto de vista genético, a la planta madre.

Todos los tubérculos formados a partir de un mismo tubérculo por vía vegetativa pertenecen a lo que se llama un "clon".

Una vez cosechados, los tubérculos quedan en estado durmiente o de latencia.

Durante el almacenamiento y con el paso del tiempo, los tubérculos sufren una evolución fisiológica interna que influye sobre el futuro de los brotes, procedentes de las yemas situadas en los "ojos" del tubérculo.

El tubérculo debe ser plantado en un momento preciso de su desarrollo para que los brotes se transformen en plantas, susceptibles de producir a su vez, nuevos tubérculos.

La mayoría de los genetistas y obtentores de variedades saben que gran parte de las especies de patata "diploides" o "tetraploides" ya sean silvestres o cultivadas se pueden cruzar sin dificultad. Los "poliploides" impares, ya sean triploides o pentaploides son el resultado de cruces "diploide" con "tetraploide" o "tetraploide" con "hexaploide" respectivamente.

Como se ve, el "banco de genes" existente sobre todo en Sudamérica, es muy grande, lo cual es una gran ventaja para todos aquellos investigadores que quieren transferir caracteres o bloques de caracteres de unas especies a otras.

Las primeras patatas introducidas en Europa, en el siglo XVI, estaban mal adaptadas a sus nuevas condiciones climáticas. Pertenecían a la subespecie andígena de la especie *Solanum tuberosum* que procedía de las altas mesetas andinas.

Esta especie solamente forma tubérculos en un período de cultivo de días cortos y los tubérculos formados tienen formas no uniformes. Traída a nuestro clima, es improductiva durante el período de crecimiento, situado en la mayoría de las zonas en los largos días de verano.

La primera mejora aportada por el hombre fue la transformación mediante selección, de *Solanum tuberosum* ssp. andígena en otra subespecie llamada *Solanum tuberosum*, que es más precoz y que tuberiza durante el verano, cuando los días son largos.

Este primer trabajo de selección permitió, a mediados del siglo XVIII, una mejor productividad y la extensión de la patata por toda Europa; éste fue el inicio de su cultivo a gran escala.

La historia de la selección de la patata tiene ya casi doscientos años. Durante todo este tiempo se ha recurrido a los métodos tradicionales, aún hoy utilizados ampliamente en los programas de selección.

Esquemáticamente podemos decir que para crear nuevas variedades hace falta cruzar dos individuos, con la esperanza de obtener descendientes que reúnan las ventajas de los dos padres.

En el caso de la patata, cuyo sistema de multiplicación es como ya hemos dicho, básicamente vegetativo, el cruzamiento de dos individuos implica recurrir a la

reproducción sexual. Lo que hay que hacer es tomar polen de una planta y depositarlo en el pistilo de otra para fecundarla.

Posteriormente se siembran las semillas producidas en el cruzamiento y se seleccionan solamente los descendientes mejores para formar nuevas variedades.

La planta de patata

La patata es una planta dicotiledónea herbácea anual, que pertenece a la familia de las Solanáceas; potencialmente es una planta perenne debido a que es capaz de reproducirse por tubérculos.



Fig. 2. Partes de una planta de patata.

Dentro de la planta de patata podemos diferenciar varias partes:

La planta de patata

La patata es una planta dicotiledónea herbácea anual, que pertenece a la familia de las Solanáceas; potencialmente es una planta perenne debido a que es capaz de reproducirse por tubérculos.

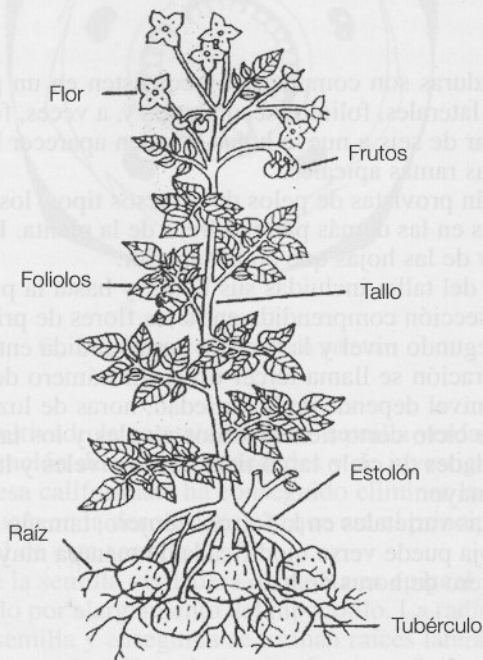


Fig. 2. Partes de una planta de patata.

Dentro de la planta de patata podemos diferenciar varias partes:

3.1. Parte aérea

La parte aérea está compuesta por los tallos, las hojas, las flores y los frutos.

3.1.1. Tallos

Los tallos aéreos, normalmente son de color verde ramificados y el corte de la sección transversal es hueco y triangular. La parte más baja del tallo es redonda y sólida. Se considera que un tallo es el principal si crece directamente del tubérculo semilla madre.

Los tallos son herbáceos, aunque en las etapas avanzadas del desarrollo, la parte inferior puede ser relativamente leñosa.

Las ramas laterales que salen del tallo principal se llaman tallos secundarios. Los tallos secundarios pueden salir de muy cerca del tubérculo semilla, en cuyo caso su formación o la producción de estolones y tubérculos será parecida a la del tallo principal o bien pueden desarrollarse ramas apicales sucesivamente, varias veces durante el crecimiento de la planta.

Los estolones de la patata son tallos laterales, normalmente subterráneos (*ver foto 3.1*).

3.1.2. Hojas

Las hojas maduras son compuestas y consisten en un peciolo con un foliolo terminal, foliolos laterales, foliolos secundarios y, a veces, foliolos terciarios. Después de desarrollar de seis a nueve hojas, pueden aparecer botones florales en todas o alguna de las ramas apicales.

Las hojas están provistas de pelos de diversos tipos, los cuales también se encuentran presentes en las demás partes aéreas de la planta. Hay más estomas en la superficie inferior de las hojas que en la superior.

La parte baja del tallo, incluidas sus hojas, y hasta la primera flor se llama el primer nivel. La sección comprendida entre las flores de primera y segunda generación se llama segundo nivel y la sección comprendida entre las flores de segunda y tercera generación se llama tercer nivel. El número de niveles y la longitud del tallo de cada nivel depende de la variedad, horas de luz diarias, abonado, etc. Las variedades de ciclo corto tienen menos niveles y los tallos más cortos, mientras que las variedades de ciclo largo tienen más niveles y la longitud de los tallos en cada nivel es mayor.

Hay diferencias varietales en la forma, número, tamaño y color de los foliolos. La forma de la hoja puede verse modificada de manera muy sustancial por la temperatura y el número de horas de luz.

3.1.3. Flores y frutos

Las flores son "pentámeras" y los colores son diversos variando desde el blanco al morado; las flores tienen estilo y estigma simples y el ovario en bilo-

cular. La dispersión del polen es llevada a cabo por el viento. La polinización cruzada en los "tetraploides" es rara, realizándose de forma natural una autopolinización.

El número de flores es variable y depende mucho de la variedad de la que se trate, lo mismo se puede decir de los frutos originados a partir de esas flores (ver fotos 3.2 y 3.3).

El fruto maduro es de forma redonda u oval, variando el color desde verde a amarillo, o incluso a violeta; su tamaño suele variar entre uno y tres centímetros de diámetro y consta de dos cavidades o lóculos en los que se alojan las semillas; el número de semillas de cada fruto es muy variable y puede ir desde ninguna hasta más de trescientas.

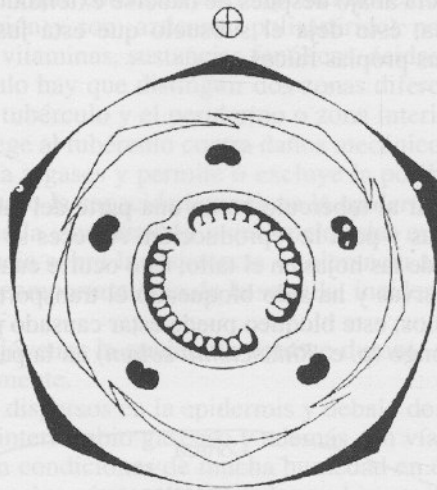


Fig. 3. Diagrama floral de la patata.

Raramente se ha cultivado la patata a partir de semilla verdadera, excepto con fines genéticos de obtención de nuevas variedades y de investigación, aunque parece ser que una empresa californiana ha conseguido eliminar la gran variabilidad fenotípica que se producía en la descendencia y que era el principal problema para la utilización comercial de esta semilla.

La germinación de la semilla verdadera de patata es epigeal porque los cotiledones emergen del suelo por alargamiento del hipocotilo. La radícula aparece en la zona micropilar de la semilla y enseguida se forman raíces laterales. Las primeras hojas son ovaladas y con pelos. Cuando la plantita tiene únicamente unos pocos centímetros de altura, aparecen los estolones en las axilas de los cotiledones y después de introducirse en el suelo forman pequeños tubérculos. El sistema radicular es fibroso y está muy ramificado.

3.2. Raíces

Las plantas que se desarrollan a partir de tubérculos producen raíces adventicias en los nudos de los tallos subterráneos y en los estolones.

Normalmente, la planta de patata enraiza bastante cerca de la superficie, no profundizando más de 40 a 50 centímetros, aunque a veces se han encontrado raíces en suelos muy homogéneos y relativamente sueltos, a una profundidad de hasta 1 metro.

Las raíces y estolones se desarrollan a partir del tallo subterráneo, entre el tubérculo semilla y la superficie del suelo; por lo tanto el tubérculo debe ser plantado a una profundidad tal que le permita una adecuada formación de raíces y estolones.

El sistema radicular está formado por raíces adventicias. En las primeras etapas del cultivo el sistema radicular se limita a la zona superficial del suelo, extendiéndose las raíces hacia abajo después de haberse extendido horizontalmente hasta una cierta distancia; ésto deja el subsuelo que está justamente debajo de la planta, casi libre de sus propias raíces.

3.3. Tubérculos

Se puede considerar al tubérculo como una parte del tallo que se ha adaptado para almacenar reservas y para la reproducción. A veces se desarrollan tubérculos aéreos en la inserción de las hojas en el tallo; ésto ocurre cuando la parte aérea continúa produciendo reservas y ha sido bloqueado el transporte de productos de asimilación a los tubérculos; este bloqueo puede estar causado por daños mecánicos o por el ataque de un hongo (p. e. *Rhizoctonia solani*) en la parte más baja del tallo.

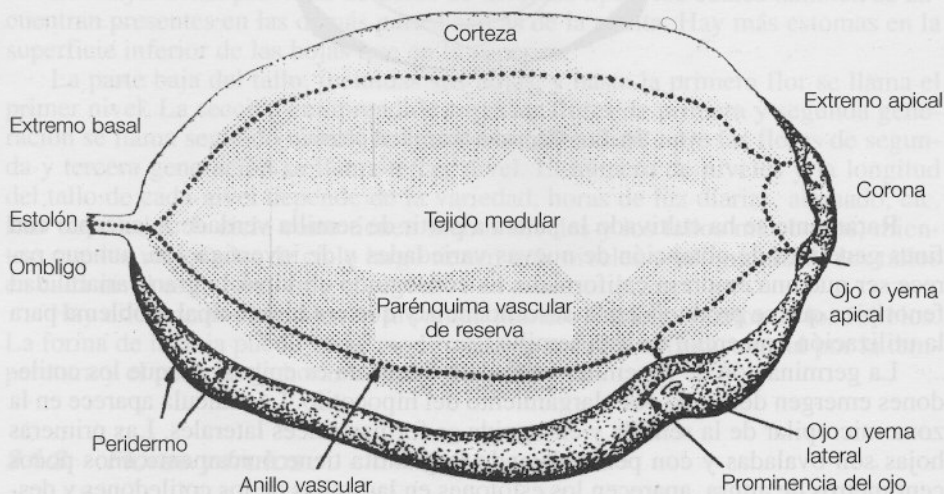


Fig. 4. Partes de un tubérculo de patata. W. J. HOOKER 1980.

El tubérculo se forma en el extremo del estolón como consecuencia de la acumulación de reservas que se produce por el rápido desarrollo y división celular.

La unión del estolón con el tubérculo generalmente muere cuando la planta alcanza la madurez o bien se rompe durante la recolección.

El tipo y la cantidad de las sustancias que constituyen el tubérculo son variables y están muy relacionadas con la variedad y con las condiciones de crecimiento.

Como valores medios de la composición del tubérculo fresco se pueden dar:

Agua:	65-85%
Hidratos de Carbono:	15-28%
Proteínas:	1-4%
Grasas:	0,05-0,9%
Cenizas:	0,5-1,5%

Otros constituyentes que entran en la composición del tubérculo fresco, lo hacen en menor proporción y son: azúcares, polisacáridos no amiláceos, enzimas, ácido ascórbico, otras vitaminas, sustancias fenólicas, ácidos nucleicos, etc.

Dentro del tubérculo hay que distinguir dos zonas diferenciadas: la epidermis o parte superficial del tubérculo y el peridermo o zona interior.

La epidermis protege al tubérculo contra daños mecánicos, regula la velocidad de intercambio de agua y gases y permite o excluye la posibilidad de penetración de patógenos; por lo tanto la capacidad que tiene la epidermis de mantenerse o regenerarse por medio de la cicatrización y que suele estar más o menos ligada a la variedad, tiene influencia sobre la resistencia o tolerancia al almacenado, capacidad de germinación y comportamiento de la semilla, incidencia y severidad de las enfermedades, etc.

En los tubérculos jóvenes la epidermis persiste durante un período de tiempo corto y se separa fácilmente.

Los estomas están dispersos en la epidermis y debajo de ellos se forman lenticelas que permiten el intercambio gaseoso y además son vías de penetración para diversos patógenos. En condiciones de mucha humedad en el suelo, las lenticelas presentes en los tallos subterráneos y tubérculos se hipertrofian formando pequeñas protuberancias blancas que sobresalen de la superficie del tubérculo y que tienen alrededor de 0,5 milímetros de diámetro (*ver foto 3.4*).

Debajo de la epidermis hay un peridermo que se deriva y es continuación de la misma epidermis, cuya vida es corta ya que en poco tiempo es reemplazado por un peridermo más resistente o por una capa de corcho que surge de las células del "cambium meristemático" localizado debajo de la epidermis. Las características del peridermo varían considerablemente en relación con la variedad.

Cuando un tubérculo es dañado o cortado deliberadamente, es necesaria la formación de una nueva capa corchosa para proteger a los tejidos contra las infecciones así como contra pérdidas excesivas de humedad.

El curado o cicatrización de las heridas en los tubérculos de patata es un proceso regenerativo que comprende por una parte la suberización de las paredes de las células para evitar la invasión por parte de microorganismos y la evaporación a través de la herida y por otra la formación de un "cambium corchoso" que produzca nuevas células y que haga que el peridermo en la zona de la herida crezca hacia afuera.

Para una buena y rápida formación de la piel o curado de las heridas se requieren las siguientes condiciones:

Temperatura alta (15-20°C)
Humedad relativa alta (90%)
Suficiente oxígeno

Sin embargo, aunque el curado de las heridas se favorece con temperatura y humedad relativa altas, las patatas no se deben almacenar a temperaturas mayores de 15°C ni a humedades relativas más altas del 95% porque esas condiciones son favorables para el desarrollo de microorganismos nocivos (*ver foto 3.5*).

La formación de estolones normalmente comienza en los nudos que están más abajo en el tallo, bajo tierra. Los primeros tubérculos a su vez se forman en los estolones de más abajo y tienden a dominar sobre los que se han formado más tarde. El hecho de que el 75-80% de la materia seca producida por la planta se acumula en los tubérculos nos da idea de la importancia de los mismos. Los tubérculos que al final del cultivo han alcanzado su mayor peso, suelen ser los producidos por los estolones de más abajo y por supuesto la mayoría de los tubérculos que alcanzan un tamaño comercial se han formado al principio del período de tuberización.

El tubérculo de patata es un tallo modificado en el sentido de que se ha acortado y ensanchado y con hojas debilmente desarrolladas. Aunque los tubérculos se forman en los extremos de los estolones, no todos los estolones forman tubérculos y la formación de tubérculos no tiene lugar simultáneamente en todos los estolones de una planta y consecuentemente, la formación de estolones y tubérculos se solapa (*ver foto 3.6*).

Entre los factores que influyen en la tuberización tenemos: la temperatura y el número de horas de luz diarias. La tuberización se adelanta con temperaturas bajas y por el contrario se retrasa cuando se dan temperaturas altas. En cuanto al fotoperíodo, podemos decir que las patatas cultivadas en zonas con días largos tuberizan más tarde que las cultivadas en zonas con días cortos. Como ya dijimos, en *Solanum andigena*, fotoperíodos cortos (12 horas diarias de luz) son un requisito imprescindible para que se produzca la tuberización.

Paradójicamente, las giberelinas estimulan el desarrollo de estolones, que es el lugar donde normalmente se forman los tubérculos, pero inhiben la formación de tubérculos propiamente dichos. La formación de tubérculos parece estar asociada con un bajo nivel de giberelinas endógenas.

En un proceso normal de desarrollo, la formación de un tubérculo justo al final del extremo del estolón, asegura que va a estar alimentado por un tallo que tiene una cantidad considerable de floema que juega un papel fundamental en la necesaria traslocación de materiales alimenticios hacia el tubérculo.

Aunque se puede inducir el desarrollo de tubérculos en otros lugares de la planta, como puede ser en las axilas de las hojas, la pregunta que nos podemos hacer es si el desarrollo de tales tubérculos podría estar limitado por la carencia de floema que como se sabe es el tejido vegetal conductor de la savia elaborada o descendente, que desde los órganos elaboradores de la parte aérea baja al resto del vegetal y de los tejidos de reserva.

3.4. Brotes

El número de ojos de los tubérculos varía mucho dependiendo de muchos factores como pueden ser: variedad, calibre del tubérculo, condiciones de crecimiento del cultivo, etc. En los ojos es donde surgen los brotes que darán lugar a la nueva planta.

El brote dominante o principal da lugar al tallo principal, a partir del cual como ya se dijo, pueden crecer tallos laterales o estolones.

Dentro de un ojo hay una yema principal pero también puede haber yemas laterales. Normalmente, el brote sale de la yema principal de un ojo pero si el brote principal se rompe, hay bastantes probabilidades de que las yemas laterales que normalmente forman estolones, producirán uno o más tallos que saldrán del mismo ojo.

Los brotes producidos en presencia de luz son más cortos y más voluminosos, siendo su color variable de verde a púrpura mientras que los brotes que se han producido en la oscuridad son más largos, más débiles y blancos debido a la ausencia de clorofila.

3.4.1. *Período de latencia*

Después de arrancado de la planta un tubérculo maduro, éste no tiene la capacidad de que sus yemas produzcan brotes hasta transcurrido un tiempo que es lo que se denomina período de latencia.

Normalmente se entiende por período de latencia o período de reposo el número de días transcurridos entre la recolección del tubérculo y el inicio del crecimiento de las yemas, aunque en otras ocasiones también se entiende cuando se utiliza este término, el número de días comprendidos entre el comienzo de la tuberización y el inicio del crecimiento de las yemas y esto es debido a que en algunos casos el crecimiento de las yemas se produce antes de la recolección, como ocurre en ciertas formas de segundos crecimientos, bajo condiciones de cultivo desfavorables, como temperaturas altas y sequía.

La mayor o menor duración del período de latencia depende de una serie de factores como son: variedad, madurez del tubérculo en el momento de la recolección, condiciones de suelo y de clima durante el cultivo, condiciones en que se ha almacenado el tubérculo y si al tubérculo se le producen heridas o no.

En cuanto a la variedad hay que hacer notar que la duración de la latencia no está relacionada con el grupo de madurez al que pertenezca dicha variedad, por lo que es posible tener variedades tardías con período de reposo relativamente corto, y al revés variedades tempranas con período de latencia relativamente largo.

Los tubérculos totalmente maduros tienen un período de reposo más corto que los tubérculos recolectados antes de madurar, aunque un tubérculo arrancado cuando aún no está maduro normalmente brota antes que un tubérculo maduro, debido al tiempo que está el tubérculo en el terreno a mayores hasta alcanzar la madurez.

Las patatas cultivadas en días cortos, con pocas horas de luz o bien con temperaturas altas y especialmente al final del cultivo como es el caso del Sur de España tienen un período de reposo más corto.

La exposición a la luz prolonga la latencia de los tubérculos pero puede acortar la de los tubérculos recogidos antes de madurar.

Los tubérculos atacados por insectos o por microorganismos, o aquellos que han sufrido daños mecánicos tienen un período de latencia más corto que los tubérculos sanos o sin daño. Por esa razón, el troceado de la semilla estimula el crecimiento rápido de los brotes.

Latencia verdadera es el estado en el cual un tubérculo no brota estando almacenado a una temperatura por debajo del óptimo. Dependiendo de la variedad, el período de latencia dura normalmente de 20 a 23 semanas, aunque puede variar más ampliamente.

Determinadas sustancias como el ácido giberélico, algunas citoquininas y sobre todo una mezcla de productos que recibe el nombre de Rindita, pueden romper el período de latencia.

Composición de "Rindita":

- 2 Cloroetanol (7 partes).
- 1'2 Dicloroetano (3 partes).
- Tetracloruro de carbono (1 parte).

La latencia y la brotación del tubérculo de la patata están controlados seguramente por un balance entre determinadas sustancias que inhiben o promueven una cosa u otra.

3.4.2. Edad fisiológica

La edad fisiológica de un tubérculo nos indica el estado en que se encuentra el mismo en cuanto a su facilidad para germinar y el tipo de brotes que va a producir; la edad fisiológica está influida por las condiciones del clima y el suelo en que el tubérculo ha sido producido, por la duración del período de almacenaje y las condiciones en que se ha hecho el mismo y por el crecimiento de brotes producidos con anterioridad.

En cuanto a la edad fisiológica, un tubérculo se puede encontrar en las siguientes fases:

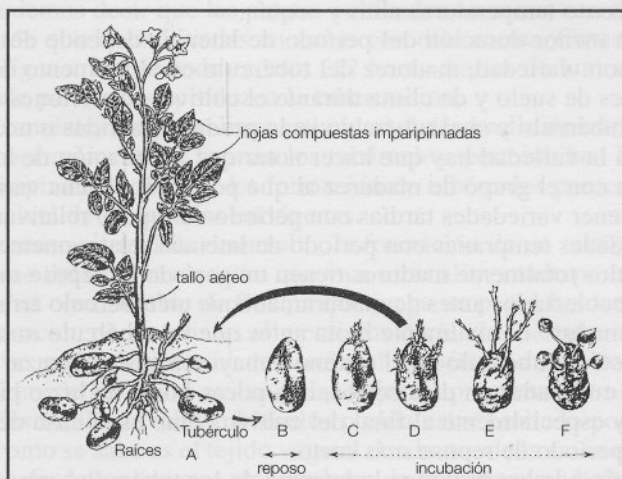


Fig. 5. Edad fisiológica de un tubérculo. G. DUCREUX 1986.

- A. Tubérculo creciendo en la planta.
- B. Tubérculo joven en estado de reposo: no se produce brotación aunque el tubérculo se encuentre en condiciones favorables.
- C. Tubérculo joven con dominancia apical: el tubérculo brota pero se produce un solo brote.
- D. Brotación normal: se produce el crecimiento de múltiples brotes ramificados.
- E y F. Tubérculo viejo o senil: crecimiento de brotes "filiformes" o producción de patatitas.

Normalmente, aunque se desbroten (arranque de brotes) una vez los tubérculos, se produce un número suficiente de brotes en la brotación posterior. Algunas variedades pierden su capacidad de brotación después de haber sido desbroadas sólo dos veces, mientras que a otras variedades se las puede desbrotar varias veces.

3.4.3. Brotación

El número de brotes que se desarrollan en un tubérculo es un carácter varietal. Con las mismas condiciones en cuanto a preparación de la semilla, los tubérculos grandes producen más brotes que los pequeños.

Como ya hemos indicado, las patatas brotadas con luz dan unos brotes con clorofila y que son más cortos y más fuertes que los que se han producido en la oscuridad.

Una humedad relativa alta estimula la formación de raíces en los brotes.

A veces se produce una necrosis subapical en el extremo del brote; sobre todo se da esta circunstancia en brotes que crecen rápidamente en la oscuridad y se debe a la imposibilidad del brote de aportar el suficiente calcio hasta el extremo del brote.

La única forma correcta de conocer los factores anteriormente citados, además de otros como pueden ser la textura, materia orgánica, etcétera, es recurrir a un completo análisis físico-químico del suelo. El análisis de suelo es el primer paso que hay que dar para hacer un correcto manejo del cultivo.

El suelo ideal para las patatas es el ligeramente ácido, con un contenido en arcilla de alrededor del 30%, con un buen estado de fertilidad y una buena permeabilidad.

La necesidad de elementos minerales de la planta de patata depende de la cantidad total de materia seca producida, que a su vez depende de la cantidad de radiación interceptada (RI) por el cultivo. La eficiencia con la que es utilizada y el reparto de materia seca entre los tubérculos y el resto de la planta. En las regiones templadas, el rendimiento de los tubérculos está determinado en primer lugar y principalmente por la cantidad total de radiación interceptada ya que la eficiencia con la que es utilizada la radiación y el reparto de la materia seca entre los tubérculos y el resto de la planta parece ser relativamente constante.

4.1. Factores que influyen en las decisiones a tomar sobre el uso de fertilizantes

El objetivo del agricultor, aunque sujeto a condicionantes económicos y ambientales, es que el rendimiento del cultivo no se vea limitado por el suministro de nutrientes minerales.

Nutrición mineral

Para obtener un alto rendimiento en un cultivo de patata, los niveles de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio del suelo deben estar dentro de unas cifras razonables y equilibradas.

Por otra parte, cantidades muy pequeñas pero necesarias de micronutrientes (azufre, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro) deben estar a disposición de la planta; normalmente, estos micronutrientes están presentes en cantidades adecuadas en el suelo.

Otro de los factores que debemos conocer por ser muy importante en el cultivo de patata es el nivel de acidez del suelo, que se mide con el pH.

La única forma correcta de conocer los factores anteriormente citados, además de otros como pueden ser la textura, materia orgánica, etcétera, es recurrir a un completo análisis físico-químico del suelo. El análisis de suelo es el primer paso que hay que dar para hacer un correcto manejo del cultivo.

El suelo ideal para las patatas es el ligeramente ácido, con un contenido en arcilla de alrededor del 20%, con un buen estado de fertilidad y una buena permeabilidad.

La necesidad de elementos minerales de la planta de patata depende de la cantidad total de materia seca producida, que a su vez depende de la cantidad de radiación interceptada (RI) por el cultivo, la eficiencia con que es utilizada y el reparto de materia seca entre los tubérculos y el resto de la planta. En las regiones templadas, el rendimiento de los tubérculos está determinado en primer lugar y principalmente por la cantidad total de radiación interceptada ya que la eficiencia con la que es utilizada la radiación y el reparto de la materia seca entre los tubérculos y el resto de la planta parece ser relativamente constante.

4.1. Factores que influyen en las decisiones a tomar sobre el uso de fertilizantes

El objetivo del agricultor, aunque sujeto a condicionantes económicos y ambientales, es que "el rendimiento del cultivo no se vea limitado por el suministro de nutrientes minerales".

Las necesidades de elementos minerales por parte de la planta dependen de:

1. Rendimiento total del cultivo.
2. Rendimiento en materia seca:
 - 2.1. Radiación interceptada.
 - 2.2. Eficacia de conversión de la radiación interceptada en materia seca.
3. Distribución de la materia seca.

La disponibilidad de nutrientes minerales por parte de la planta depende de:

1. Cantidad de abonos minerales suministrados:
 - 1.1. Forma del abono.
 - 1.2. Época de aplicación.
 - 1.3. Localización del abono.
2. Cantidad de nutrientes suministrados por el suelo.
3. Residuos de fertilizantes y abonos orgánicos.
4. Fuentes naturales de suministro.

El efecto del nitrógeno sobre el rendimiento en tubérculos se puede atribuir a dos procesos: un efecto positivo sobre el tamaño de la parte aérea de la planta que afecta a la cantidad de radiación interceptada y por lo tanto a la acumulación de materia seca, y un efecto negativo acumulando la materia seca en otras partes del crecimiento, diferentes del tubérculo. Parece ser que hay una relación inversa entre la concentración de nitrógeno en hojas y tallos y edad de la planta.

La distribución o localización del fertilizante más eficaz es aquella que proporciona un suministro de nutrientes solubles en una zona de suelo húmedo bien aireado, ocupada por raíces que sean capaces de absorber los nutrientes activamente en unos períodos de crecimiento en los cuales la demanda de dichos nutrientes por parte de la planta es más acentuada.

Aparte del efecto que el pH del suelo tiene en las enfermedades transmitidas por el terreno, como puede ser la sarna común (*Streptomyces scabies*), el mayor efecto sobre el rendimiento está asociado probablemente con la disponibilidad y extracción de nutrientes por la planta.

El cultivo de patata puede tolerar valores de pH muy bajos.

En patata, la calidad depende de la finalidad a la que se destine el cultivo y los parámetros de calidad varían considerablemente desde consumo en fresco a transformación industrial en fritas en hojuelas ("Crisp" en R.U. o "Chips" en U.S.A.), fritas en tiras precongeladas ("french fries" o "chips" en R.U.), puré de patata (copos) o producción de almidón (fécula). Los caracteres cualitativos están en principio asociados al genotipo (variedad) pero indudablemente las condiciones ambientales y sobre todo la disponibilidad de nutrientes en que se ha desarrollado el cultivo, tienen unas consecuencias definitivas en la calidad final del producto obtenido.

Quizá los componentes que afectan a la calidad más sencillos de apreciar son los que están asociados con: tamaño, forma y apariencia externa (color, daños superficiales, etc.) del tubérculo.

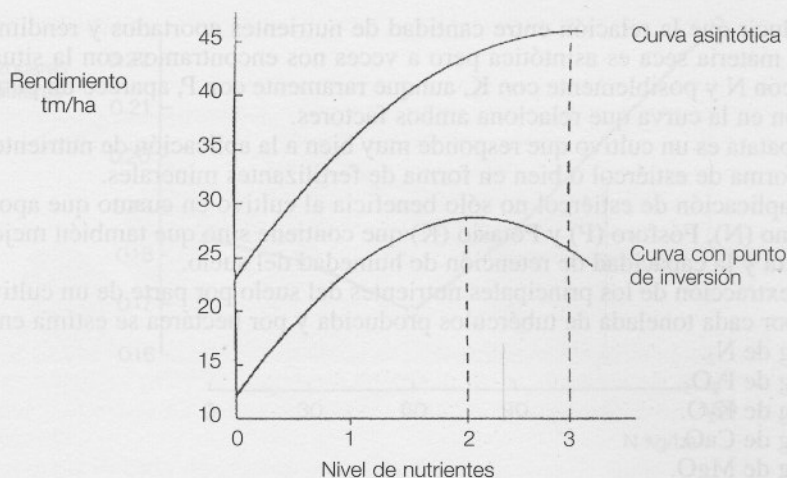


Fig. 6. Rendimiento del cultivo en función del abonado.

En general, se puede decir que el Nitrógeno (N) y Potasio (K) incrementan el rendimiento en tubérculos grandes, mientras que el Fósforo (P) tiende a incrementar el número de tubérculos y tiene un efecto menos acusado en cuanto al calibre de los tubérculos.

La forma de los tubérculos viene condicionada básicamente por la variedad y la fertilización parece ser que tiene una influencia muy pequeña sobre la forma.

Se ha visto que los daños mecánicos que sufren los tubérculos son menores en aquellos cultivos que han estado bien abonados con K. También hay indicios de que una causa importante de daños superficiales como es la sarna común, se puede ver afectada por el abonado, pero los efectos hay que asociarlos más que nada con los cambios producidos en el pH del suelo.

Los factores de calidad interna más importante son: uniformidad de la carne, ausencia de pigmentación y de zonas muertas o necrosadas en el interior del tubérculo, contenido en materia seca y contenido en azúcares reductores, siendo estos dos últimos factores mucho más importantes en la patata destinada a transformación industrial.

En general se acepta que el N y el K disminuyen el contenido en materia seca, aunque el efecto del K es menos marcado que el del N.

Parece ser que la influencia de los fertilizantes en cuanto al contenido de azúcares reductores y a la aparición de colores no deseables en el proceso de fritura industrial es muy pequeña.

Otras importantes características de calidad interna de los tubérculos de patata como son el ennegrecimiento interno y la aparición de corazón hueco parece ser que están favorecidos por la utilización de dosis altas de N y disminuidos por el K.

Partiendo de la relación asintótica que hay entre el suministro de nutrientes y la cantidad total de radiación interceptada por el cultivo y la relación lineal entre la radiación interceptada por el cultivo y el rendimiento total en materia seca se po-

dría deducir que la relación entre cantidad de nutrientes aportados y rendimiento total de materia seca es asintótica pero a veces nos encontramos con la situación de que con N y posiblemente con K, aunque raramente con P, aparece un punto de inversión en la curva que relaciona ambos factores.

La patata es un cultivo que responde muy bien a la aplicación de nutrientes, ya sea en forma de estiércol o bien en forma de fertilizantes minerales.

La aplicación de estiércol no sólo beneficia al cultivo en cuanto que aporta el Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) que contiene sino que también mejora la estructura y la capacidad de retención de humedad del suelo.

La extracción de los principales nutrientes del suelo por parte de un cultivo de patata por cada tonelada de tubérculos producida y por hectárea se estima en:

5 kg de N_2 .

2 kg de P_2O_5 .

9 kg de K_2O .

4 kg de CaO.

1 kg de MgO.

Como sólo los tubérculos son sacados del campo, una parte de esos elementos minerales, los contenidos en sistema radicular y parte aérea permanecen en el suelo.

Aun cuando estos valores son indicativos y varían en función de la variedad, duración del ciclo, etc., nos dan una idea aproximada del nivel de exigencias del cultivo.

4.2. Fertilización

Aunque la aplicación de fertilizantes se debe hacer en base a los datos que nos dé un análisis de tierra, los datos de extracción de elementos minerales en función de la producción obtenida nos da una idea de las cantidades de nutrientes que requiere el cultivo.

Como norma general y en suelos normales la relación N:P:K recomendada es 1:1:2, aunque cada caso es diferente y la proporción deberá ser diferente en condiciones especiales; por ejemplo en suelos con mucha materia orgánica, la dosis de nitrógeno debe ser baja; en suelos que fijen P y K, esos nutrientes deben ser aplicados en mayor cantidad y en suelos ricos en K, la cantidad aportada de ese elemento se debe reducir.

4.2.1. Nitrógeno

Dosis altas de N_2 estimulan el crecimiento de la parte aérea y retrasan la tubercización. Un cultivo con dosis alta de N_2 madura más tarde que otro al que se le haya aportado menos nitrógeno. Una dosis excesiva de nitrógeno puede producir: bajo contenido de materia seca, alto contenido en azúcares reductores y alto contenido en proteína, especialmente si la recolección se efectúa antes de producirse la maduración natural. Los cultivos con altas dosis de nitrógeno son más susceptibles a los segundos crecimientos.

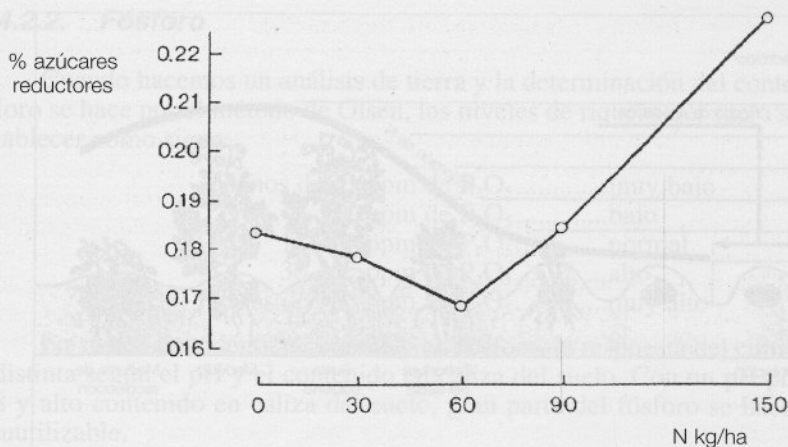


Fig. 7. Efecto del nitrógeno sobre el contenido en % en azúcares reductores de los tubérculos. POL 1960.

A la hora de calcular las necesidades de abonado nitrogenado hay que tener en cuenta que la materia orgánica del suelo libera nitrógeno y que la cantidad liberada no sólo es función del contenido de materia orgánica del suelo sino también del tipo de clima y del tipo de suelo que tengamos.

A continuación se da la liberación de nitrógeno en kg de N_2 por hectárea, en diferentes condiciones:

% M.O.	Suelo fuerte y clima frío	Suelo arenoso y clima cálido
1	15	30
2	30	60
3	45	90
4	60	120

Se debe aportar menos nitrógeno a los cultivos destinados a producir semilla y a los de patata temprana que a los de media estación y tardía ya que para un período vegetativo largo se necesita más follaje que para un cultivo con un período vegetativo corto.

La relación entre desarrollo del follaje y el crecimiento de los tubérculos se ve favorecida no sólo por el estímulo del nitrógeno, sino también por los días largos, la temperatura elevada y la humedad alta.

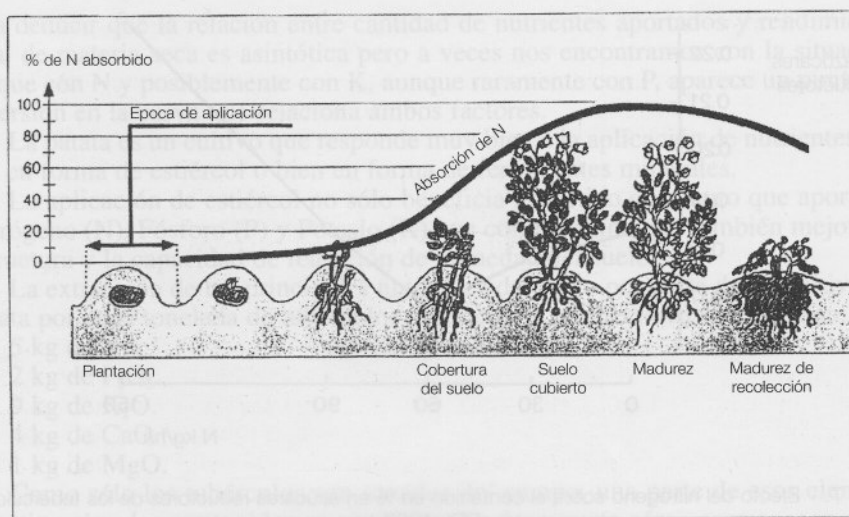


Fig. 8. Curva de absorción de N por la patata.(BASF)

Una variedad con un hábito de producir mucha vegetación cultivada en las condiciones descritas en el párrafo anterior, puede incluso utilizar menos nitrógeno que una variedad con poco crecimiento de mata, cultivada en días cortos, a temperatura relativamente baja y con escasa humedad relativa.

Si al calcular las necesidades del cultivo no hay ninguna formulación que se ajuste a nuestros requerimientos, es más importante aplicar la dosis correcta de nitrógeno que la de los otros elementos.

El nitrógeno puede aportarse en forma de nitrato, como sulfato amónico y como urea. En condiciones de regadío o con fuertes lluvias el nitrógeno puede ser fácilmente arrastrado al subsuelo, especialmente en terrenos sueltos. En estos casos hay que tender a utilizar menos nitratos, ya que el nitrógeno nítrico se lava mucho más fácilmente que el nitrógeno amoniacal.

El nitrógeno se debe aplicar poco antes o en el momento de la siembra. Si hay riesgo de que se produzca un lavado de los nutrientes bien porque se prevén fuertes lluvias o bien porque dispongamos de suelos arenosos o ligeros, o bien si hay que aplicar dosis altas en condiciones de sequía que puede originar quemaduras en los tubérculos madre, lo mejor es aplicar el nitrógeno en dos veces. La segunda aplicación de nitrógeno normalmente se debe hacer no más tarde de transcurridas tres semanas desde la emergencia de las plantas.

Un sistema muy bueno es el de aplicar parte del nitrógeno mediante un sistema de riego por aspersión, a partir de los 20-40 días después de la emergencia dependiendo de la longitud del período de desarrollo, aportando cada semana entre 10 y 20 kg de nitrógeno por hectárea. Si la aportación de nitrógeno se hace por aspersión, los primeros 2 mm y los últimos 5 mm de agua deben aplicarse sin nitrógeno.

La cantidad de N_2 aportado a un cultivo de patata normalmente varía entre 100 y 200 kg de N_2 por hectárea, aunque a veces dependiendo de la fertilidad del suelo, del clima, de la longitud del período de desarrollo y del destino de la producción se puede subir de estas cantidades.

4.2.2. Fósforo

Cuando hacemos un análisis de tierra y la determinación del contenido en fósforo se hace por el método de Olsen, los niveles de riqueza del suelo se pueden establecer como sigue:

Menos de 5	ppm de P_2O_5	muy bajo
5-15	ppm de P_2O_5	bajo
15-30	ppm de P_2O_5	normal
30-40	ppm de P_2O_5	alto
Más de 40	ppm de P_2O_5	muy alto

En suelos con idéntico contenido en fósforo, la respuesta del cultivo puede ser distinta según el pH y el contenido en caliza del suelo. Con un pH por encima de 8 y alto contenido en caliza del suelo, gran parte del fósforo se hace insoluble e inutilizable.

La dosis óptima de fósforo está más ligada al tipo de suelo que en el caso del nitrógeno.

La respuesta al aporte de este elemento en cuanto al rendimiento puede ser grande, especialmente en suelos con un bajo contenido en fósforo.

El fósforo contribuye a adelantar la tuberización y también produce un desarrollo más temprano del cultivo (precocidad).

Igualmente, el fósforo favorece el desarrollo del sistema radicular al comienzo de la vegetación.

En ciertos experimentos se ha visto que dosis altas de fósforo aumentan el número de tubérculos producidos por la planta. Dado que el fósforo puede reducir la infección por virus, en cultivos destinados a producir patata de siembra se aconseja la utilización de dosis altas de fósforo. Como el fósforo es un elemento que no se lava fácilmente en el suelo y la patata es un cultivo que responde muy bien a su aporte, en los suelos que no fijan el fósforo es posible concentrar la fertilización fosfórica en el cultivo de patata, reduciendo de esta manera el aporte requerido por otros cultivos dentro de la rotación.

Algunos suelos son tan fértiles que se pueden obtener buenas cosechas sin aportación de fósforo; en suelos pobres en fósforo, se considera necesaria una aportación mínima de 200 kg de P_2O_5 , necesitando incluso mayores cantidades aquellos suelos que fijan el fósforo.

La forma más normal de suministrar fósforo aplicando un fertilizante fosfórico es con superfosfatos, que son fácilmente solubles en agua. En suelos ácidos se pueden utilizar las fosforitas, que son menos solubles en agua.

Los abonos fosfatados deben aportarse al terreno antes de la plantación. Si la aplicación se va a hacer a voleo, se recomienda hacerlo algunas semanas antes de la plantación.

4.2.3. Potasio

El nivel de potasio en el suelo debe valorarse en función de la textura del suelo ya que cuanto más arcilla tenga el suelo, menos potasio disponible tiene la planta.

ppm K ₂ O cambiable según % arcilla en suelo				
0-10%	10-20%	20-30%	>30%	Nivel fertilidad
>210	>300	>370	>430	Alto
150-210	230-300	290-370	340-430	Normal
100-150	180-230	230-290	280-340	Medio
60-100	120-180	150-230	200-280	Bajo
<60	<120	<150	<200	Muy bajo

Fig. 9. Niveles de potasio en el suelo.

Como en el caso del fósforo, la dosis óptima de potasio está más ligada al tipo de suelo que en el caso del nitrógeno.

La influencia del abonado potásico se aprecia más en la calidad de la producción que en el rendimiento.

El potasio influye fundamentalmente en el contenido en materia seca, oscurecimiento de la carne, susceptibilidad a los daños por golpes, decoloración o azuleamiento después de la cocción y comportamiento en el almacenaje. Otros efectos del potasio son: favorece el desarrollo radicular, incrementa la resistencia a las heladas, da resistencia a la sequía al reducir la transpiración e incrementa la resistencia a enfermedades criptogámicas.

Es mejor aplicar el potasio en forma de sulfato que de cloruro ya que el cloruro potásico o silvinita aplicado poco antes de la plantación baja el contenido en materia seca de forma acusada.

Algunos suelos son tan fértiles que se pueden obtener buenas cosechas sin la aplicación de potasio pero en los suelos pobres en potasio una aportación de al menos 300 kg de K₂O por hectárea se considera necesaria.

El potasio se aporta normalmente en forma de sulfato potásico; el cloruro potásico puede utilizarse únicamente en pequeñas cantidades en el momento de la plantación o bien en mayores cantidades si la aportación se hace algún tiempo antes de plantar y si el tiempo fuera lluvioso.

El potasio es mucho más soluble al agua que el fósforo y puede ser fácilmente arrastrado al subsuelo por el agua. Si existiese riesgo de lavado, debe aportarse parcialmente a la hora de plantar y el resto después de la emergencia.

Aportes excesivos de potasio al cultivo reducen el peso específico de los tubérculos.

4.2.4. Magnesio

El magnesio es uno de los elementos constituyentes de la clorofila y además actúa como complemento de todas las enzimas que activan el proceso de fosforilación.

En patatas y especialmente en suelos ligeros se debe de prestar atención al aporte de magnesio. Cuando se aplican dosis altas bien de potasio o bien de nitrógeno en forma amoniacal se está reduciendo la disponibilidad de magnesio en el suelo, ya que es un elemento muy susceptible a la competencia de otros cationes en su absorción, tales como potasio, calcio, etc.

4.2.5. Calcio

El calcio es un elemento necesario para la división y crecimiento celular, jugando un papel fundamental en la absorción de nutrientes y en diversos procesos metabólicos, así como en la estabilidad de las membranas.

La deficiencia de calcio en suelos arenosos, sobre todo en terrenos con arena de grano grueso, puede manifestarse como una necrosis reticular en el interior del tubérculo, llamada también "salchichón" en algunas zonas.

El problema se acentúa al final del ciclo vegetativo, cuando al ir desapareciendo la mata y con ella la protección que ejerce sobre el suelo, éste alcanza temperaturas muy altas y pierde mucha humedad.

La presencia o ausencia del problema en suelos como los descritos depende de que la variedad cultivada sea más o menos sensible a este problema.

La patata es un cultivo tolerante a los suelos ácidos aunque con un pH por debajo de 5, la planta puede tener problemas por deficiencia de calcio; los síntomas de la deficiencia de calcio son que los brotes no emergen de la superficie del suelo, y si lo hacen, las plantas no crecen normalmente y se producen muchas plantas raquíticas. El calcio también mejora la estructura del suelo.

Muchos fertilizantes, como los sulfatos, tienen un efecto acidificante en algunos suelos; en suelos ácidos hay que procurar no utilizar esos fertilizantes y si se hace hay que esparcir caliza cada cierto tiempo. Teniendo en cuenta que la aplicación de caliza poco antes de hacer un cultivo de patata aumenta las probabilidades de tener problemas de sarna común, es aconsejable encalar los suelos en otro momento de la rotación.

4.2.6. Estiércol

Una práctica que cada vez se utiliza menos es el estercolado de las fincas en las que se cultivan patatas. Además de su efecto como fertilizante, el humus producido por la materia orgánica mejora la estructura de los suelos fuertes o arcillosos y por otra parte se mejora la capacidad de retención de humedad de los ligeros o arenosos.

Es preferible distribuir estiércol bien descompuesto ya que el estiércol fresco o el que no está completamente descompuesto irá liberando los nutrientes cuando el cultivo está ya demasiado avanzado lo que puede dar lugar a que haya una reducción en el contenido de materia seca, sabor raro en las patatas y lo que es más importante un retraso en la maduración con lo que conlleva, es decir aumento de daños en el arranque y manipulación y aumento de problemas en el almacenaje.

Aunque el contenido del estiércol en cuanto a nutrientes varía dependiendo del animal que lo haya producido, de la alimentación que haya recibido y de la materia que se utiliza como camas si es que se utiliza alguna, como media se puede decir que 10 toneladas de estiércol contienen:

- 15 kg de N_2
- 6 kg de P_2O_5
- 40 kg de K_2O
- 50 kg de CaO

- 17 kg de MgO
- 300 g de Magnesio
- 40 g de Cobre
- 50 g de Boro

4.2.7. Abonado en verde

Un cultivo de patata reacciona favorablemente a un abonado en verde a base de gramíneas o de tréboles. Esta práctica mejora la estructura del suelo y libera gradualmente diversos elementos minerales, constituyendo una base ideal para suplementar posteriormente con fertilizantes artificiales.

Es importante que el abono en verde no sea enterrado demasiado profundo al dar la labor, con el fin de que pueda descomponerse de una forma satisfactoria en el terreno. Si no se hiciese correctamente este abonado, puede incluso ser perjudicial para el cultivo.

El abonado en verde se enterrará como muy tarde un mes antes de la plantación de la patata y equivale más o menos a una buena estercoladura.

4.3. Distribución de los fertilizantes

Hay varios métodos más o menos seguros para la aplicación de los fertilizantes y éstos son:

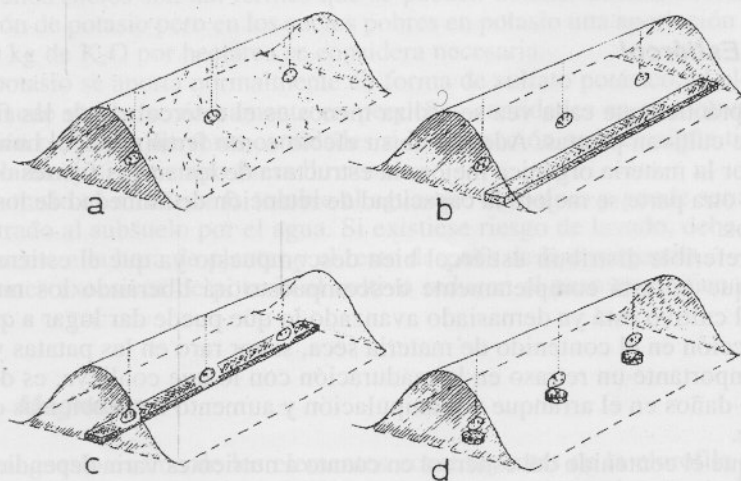


Fig. 10. Aplicación de los fertilizantes. NIVAA 1981.

- a) Repartido a voleo.
- b) Aplicado en bandas de fertilizante colocadas mecánicamente y adyacentes a la patata de siembra.
- c) Aplicación en banda en el fondo del surco que se aporca con tierra y posteriormente se deposita la patata de siembra.
- d) Colocación del fertilizante en pequeños montoncitos o golpes entre los tubérculos o trozos de semilla y el fondo del surco.

En los tres últimos casos el fertilizante se aporta muy concentrado y es importantísimo que la patata de siembra no esté en contacto con los fertilizantes.

Los fertilizantes son más efectivos en las capas más profundas de los suelos húmedos, donde van a estar las raíces.

Al contrario de lo que pasa con el nitrógeno y en cierto modo con el potasio, el fósforo es transportado muy lentamente por el agua en el suelo; este es el motivo de que los fosfatos son más efectivos cuando se localizan en la zona radicular.

Donde el fósforo y el potasio son fijados rápidamente cuándo se mezclan con el suelo, lo ideal sería aplicar el fertilizante localizado, pues el esparcirlo inmoviliza un mayor porcentaje de estos nutrientes (*ver fotos 4.7 y 4.8*).

En las zonas donde se utilizan altas dosis de fertilizantes, el nivel de fertilidad del suelo es alto, y no tiene lugar fijación de elementos, el esparcir el fertilizante es una práctica aconsejable; sin embargo, cuando el nivel de fertilidad del suelo es bajo, las dosis de fertilizante aplicadas son bajas y se puede producir fijación de nutrientes por el complejo de cambio catiónico, la localización de fertilizantes es decir su colocación en el momento de la aplicación en el lugar donde se va a desarrollar el sistema radicular de la planta, es una ventaja. El peligro que tiene la localización del fertilizante es que exige mucho cuidado para que el fertilizante no entre en contacto directo con el tubérculo madre porque si el fertilizante entra en contacto con la semilla la produce quemaduras e incluso la pudre, sobre todo cuando el suelo se encuentra con poca humedad.

4.4. Acidez del suelo

Aunque las patatas toleran suelos ácidos con un pH de hasta 5, el pH ideal para este cultivo es el comprendido entre 5,5 y 6,5 especialmente si otros cultivos más sensibles al pH, como pueden ser cereales y leguminosas, se van a cultivar con las patatas dentro de la rotación.

En general, el mantenimiento en el suelo de un pH de alrededor de 5,5, ayuda a controlar la sarna.

La sarna común es producida por la bacteria *Streptomyces scabies*; un pH alto del suelo, junto con otros factores, da unas condiciones adecuadas para que el organismo causal se multiplique.

Otro de los efectos de un pH alto es que se pueden presentar problemas de asimilación de nutrientes, debido al alto contenido del suelo en carbonato cálcico; en este caso, fundamentalmente se bloquean los microelementos.

Si la alcalinidad no se debe a la caliza, sino que se debe al sodio, seguramente aparecerán problemas de tipo físico en el suelo tales como:

- impermeabilización
- formación de costra
- compactación.

Tanto para recuperar un suelo muy ácido como un suelo básico, es necesario hacer enmiendas.

Para subir el pH de un suelo muy ácido, lo más económico es aplicar caliza (carbonato cálcico) o dolomita (carbonato cálcico magnésico).

Para recuperar un suelo alcalino o alcalino-salino con un pH alto, el acidificante más económico y que da buenos resultados es el yeso (sulfato cálcico hidratado).

Fisiología de la patata

En la planta de patata los dos procesos más importantes que tienen lugar son: fotosíntesis y respiración. En la fotosíntesis se producen carbohidratos mientras que en la respiración los carbohidratos son consumidos. La producción por unidad de tiempo o asimilación neta se obtiene restando los carbohidratos consumidos por la respiración de los carbohidratos producidos por asimilación. Los carbohidratos se distribuyen por diferentes partes de la planta y contribuyen a su crecimiento.

Como lo que se aprovecha para consumo humano son los tubérculos producidos por la planta, lo ideal es que la máxima cantidad de carbohidratos se emplee en el crecimiento del tubérculo.

Los altos rendimientos se pueden obtener por dos vías diferentes: bien por una alta tasa de crecimiento de los tubérculos o bien porque el crecimiento se produce durante un largo período de tiempo.

Según este razonamiento se podría establecer una fórmula para el rendimiento:

$$\text{Rendimiento} = \text{Producción por día} \times \text{Número de días.}$$

5.1. Fotosíntesis

La fotosíntesis es el conjunto de reacciones que, con la energía obtenida de las radiaciones luminosas, conducen a la formación de principios inmediatos y oxígeno a partir de anhídrido carbónico y agua.

Tanto cualitativa como cuantitativamente la fotosíntesis es el proceso químico más importante que se da en nuestro planeta.

5.1.1. Suministro de agua y anhídrido carbónico

Solamente una parte pequeñísima del agua tomada por la planta se usa directamente en los procesos de fotosíntesis. El agua es el medio de transporte dentro

de la planta para los compuestos orgánicos y minerales y juega un importante papel como refrigerante de la planta por medio de la evapotranspiración.

La planta regula los procesos de transpiración y toma de anhídrido carbónico del aire, abriendo y cerrando los estomas.

Cuando la planta tiene suficiente agua de constitución, está fresca y turgente, a la luz del día los estomas están abiertos, lo que permite que el anhídrido carbónico entre en la planta a través de los estomas de las hojas; por el contrario, si la planta se seca, se marchita y está lacia, los estomas se cierran y la concentración de anhídrido carbónico cae rápidamente por debajo del óptimo para que se produzca la máxima fotosíntesis.

El estrés producido por la pérdida de agua por parte de la planta debido a una alta evapotranspiración que suele ir asociada con altas temperaturas se puede dar con un contenido alto de humedad del suelo, incluso próximo a la capacidad de campo. Cuando hay temperaturas bajas las plantas toleran mejor las deficiencias de agua.

5.1.2. Temperatura

La fotosíntesis se ve influida por la temperatura. La temperatura óptima depende de la intensidad de la luz. La temperatura óptima para la asimilación no siempre se corresponde con la temperatura óptima para la producción de tubérculos. La causa de ésto puede estar en la gran influencia que tiene la temperatura sobre la distribución de la materia seca y sobre el modelo de crecimiento de la planta de patata ya que como se ha dicho, los carbohidratos producidos pueden destinarse a crecimiento del tubérculo o a crecimiento de la vegetación.

5.1.3. Iluminación

La energía necesaria para que se produzca una asimilación en la planta proviene directa o indirectamente de la luz del sol. Alrededor de la mitad del espectro de la radiación solar es de la longitud de onda adecuada para ser utilizable para la fotosíntesis, que es la comprendida entre 400 y 700 nanómetros.

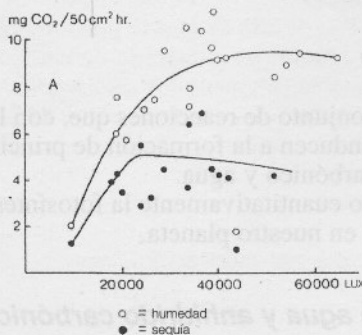


Fig. 11. Asimilación de las hojas de patata bajo condiciones de sequía y humedad. WITSCH y POMMER 1954.

La energía luminosa que proviene del sol en parte es interceptada por las partes verdes de la planta, que es la energía utilizada en la fotosíntesis, y el resto es reflejado por las hojas. La luz utilizada para la asimilación depende por una parte de la luz disponible, es decir, de la intensidad de la luz y de las horas de luz diaria y por otra parte por la luz interceptada por las partes verdes de la planta, principalmente por las hojas.

Cuanto mayor sea la intensidad de la luz, mayor es la fotosíntesis. La intensidad de la luz depende del ángulo de incidencia de los rayos y de la nubosidad del cielo. Normalmente, cuanto mayor sea la altitud del terreno, mayor es la intensidad de la luz.

Durante los días largos se puede interceptar más luz que en los días cortos y en consecuencia, las producciones diarias en condiciones de día largo pueden ser mayores. Evidentemente sólo la luz interceptada por la hojas se usa para la asimilación.

En los campos donde el marco de plantación es amplio no hay competencia entre las plantas pero parte de la luz se pierde porque no todo el terreno está cubierto con hojas verdes; sin embargo, donde el marco de plantación es estrecho y está cubierto todo el terreno por la vegetación hay competencia por la luz entre las plantas.

La producción por planta es mayor si no hay competencia entre plantas, es decir con marco de plantación amplio, pero el rendimiento por unidad de superficie de terreno es mayor cuando el marco de plantación es estrecho y la situación ideal en la que se alcanza la dosis más alta de asimilación se produce cuando toda la superficie del terreno está abierta con hojas verdes.

La producción total de materia seca de un cultivo depende del índice de asimilación y de la duración del período durante el cual tiene lugar esa asimilación.

La producción de materia seca de la planta sólo que favorece el desarrollo de problemas fisiológicos, especialmente la necrosis.

5.2. Respiración

Parte de los carbohidratos producidos en la asimilación son utilizados en la respiración. Todas las partes vivas de la planta, es decir: hojas, tallos, estolones, tubérculos y raíces respiran carbohidratos. Se calcula que en un clima templado y durante el período de cultivo completo, los carbohidratos quemados en la respiración como media son alrededor del 25% de los producidos por la fotosíntesis.

Al aumentar la temperatura, la respiración aumenta de manera considerable. Las altas temperaturas de más de 45°C dañan las células que van muriendo progresivamente y está debe ser la razón por la que se produce una disminución en la respiración a temperaturas por encima de 45°C.

Las hojas jóvenes respiran más CO₂ que las viejas y seguramente por esta razón las hojas jóvenes producen menos materia seca que las hojas totalmente hechas, especialmente a temperaturas altas.

El índice de respiración de los tubérculos en la planta que está creciendo depende de la edad del tubérculo y de la temperatura a la que se encuentra.

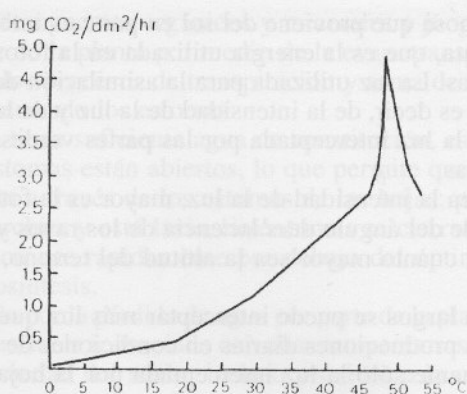


Fig. 12. Respiración de las hojas de patata a diferentes temperaturas. LUNDEGARDH 1930.

Cuando se cosechan tubérculos inmaduros, los primeros días después de la recolección, el nivel de la respiración puede ser muy alto, sobre todo si el arranque se produce con temperaturas altas y si los tubérculos han resultado dañados durante el proceso de arranque y manipulación posterior.

La energía necesaria para producir un asimilado en un tubérculo proviene de la fotosíntesis que ocurre en las hojas. La fotosíntesis produce carbohidratos que se transportan a los tubérculos a través del sistema vascular. Los carbohidratos se almacenan en los tubérculos en forma de almidón. La respiración de los tubérculos consume estos almidones y libera energía para mantenerlos vivos.

La respiración de los tubérculos es un proceso que consume energía y libera dióxido de carbono. La tasa de respiración aumenta con la temperatura y con el tamaño del tubérculo. La respiración de los tubérculos es un indicador de su estado de salud y de su capacidad para almacenar almidón. La respiración de los tubérculos también puede ser utilizada para determinar la edad de los tubérculos y para evaluar su calidad.

Al aumentar la temperatura, la respiración aumenta de manera considerable. Las altas temperaturas de más de 45°C dañan las células que van muriendo progresivamente y esto debe ser la causa por la que se produce una disminución en la respiración a temperaturas por encima de 45°C.

Las hojas jóvenes respiran más CO₂ que las viejas y seguramente por esto las hojas jóvenes producen menos azúcar que las hojas totalmente desarrolladas. Las hojas jóvenes producen menos azúcar que las hojas totalmente desarrolladas.

La respiración de los tubérculos también puede ser utilizada para determinar la edad de los tubérculos y para evaluar su calidad. La respiración de los tubérculos también puede ser utilizada para determinar la edad de los tubérculos y para evaluar su calidad.

Crecimiento de la patata

6.1. Preemergencia y emergencia

Después de la siembra o incluso antes de producirse esta operación, el tubérculo madre produce brotes y raíces. Si se ha producido una brotación anterior a la siembra, es decir, si se siembran tubérculos prebrotados, después de la plantación se inicia inmediatamente la formación de raíces en el tubérculo plantado y se verá acelerada la emergencia de la planta (*ver foto 6.9*).

Es necesaria una adecuada humedad en el suelo para que haya producción de raíces. La conjunción de dos factores como son alta humedad del suelo y bajas temperaturas no solo retrasa la emergencia de la planta sino que favorece el desarrollo de problemas fitosanitarios, principalmente *Rhizoctonia*.

6.2. Crecimiento de los tubérculos y la vegetación

Una vez producida la emergencia de la planta, el crecimiento de la vegetación o parte aérea por una parte y de las raíces por otra, están correlacionados.

La tuberización y por tanto el inicio del crecimiento de los tubérculos se produce entre 2 y 4 semanas después de la emergencia y continúa durante un período de tiempo bastante largo, variando bastante poco la tasa de crecimiento, es decir que los kg producidos por hectárea y por día varían poco desde el inicio de la tuberización hasta el final del ciclo.

Durante parte del período de crecimiento se produce un crecimiento simultáneo de la vegetación y de los tubérculos habiendo una interrelación entre ambos procesos.

Un crecimiento tardío de los tubérculos se asocia con un excesivo desarrollo de la vegetación y por el contrario un crecimiento temprano de los tubérculos con un desarrollo menor de la vegetación.

Ambos crecimientos, el de la vegetación y el de los tubérculos dependen del tipo de variedad de que se trate, según sea de ciclo largo o de ciclo corto.

Las características de las variedades de ciclo corto son: crecimiento moderado de la vegetación o parte aérea, crecimiento temprano de los tubérculos y maduración temprana, con lo que estas variedades producen un rendimiento relativamente alto en un período de tiempo relativamente corto.

Por otra parte, las variedades de ciclo largo desarrollan más vegetación, el crecimiento de los tubérculos empieza más tarde y la maduración también es más tardía; para arranques tempranos, estas variedades dan un rendimiento relativamente bajo pero normalmente rinden más que las variedades de ciclo corto debido a su período de crecimiento más prolongado.

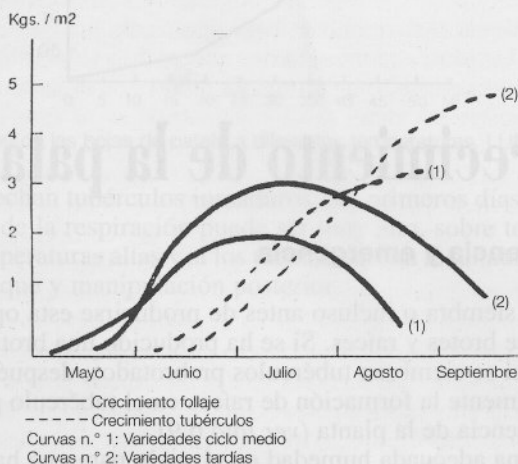


Fig. 13. Curvas de crecimiento.

El tipo de variedad que debe utilizar cada agricultor depende del período de cultivo de que disponga y de la época en que quiera obtener la cosecha. Normalmente, si el período de cultivo disponible es corto, bien por las heladas tardías o tempranas o bien porque se quiere recoger pronto la cosecha, las variedades de ciclo corto producen los mayores rendimientos.

Normalmente, si disponemos de un período de cultivo amplio, deberemos cultivar una variedad de ciclo largo, aunque tenemos que ser conscientes de que un ciclo largo puede ser peligroso debido a:

- Heladas que pueden venir pronto.
- Sequía o falta de agua en la última parte del cultivo.
- Incidencia de mildiu.
- Etc.

Si se da alguno de estos factores el rendimiento se puede ver reducido enormemente ya que los productos de la asimilación se han derrochado utilizándose en el crecimiento de la parte aérea, no pudiendo aplicarse en el incremento del rendimiento en tubérculos que se produce al final del período de cultivo.

Hay muchos factores que influyen en la formación y crecimiento de los tubérculos y aunque hay una interacción entre todos estos factores, vamos a describir la influencia que tiene cada uno de ellos por sí mismo en el crecimiento tanto de la parte aérea como de los tubérculos.

6.2.1. *Edad fisiológica de la semilla*

Este término se utiliza para designar el estado de conservación de la semilla en cada momento que no tiene nada que ver con la edad de la semilla o tiempo que ha transcurrido desde que se arrancó del campo; por ejemplo, podemos decir que semilla producida en climas fríos conservada en almacén a baja temperatura, se comporta como semilla fisiológicamente joven después de un almacenaje de 8 ó 9 meses (*ver fotos 6.10 y 6.11*).

En ciertos experimentos se ha demostrado que el uso de semilla vieja adelanta el cultivo; el problema es que hay un efecto nocivo de la semilla demasiado vieja que puede ser más pronunciado bajo condiciones de día corto.

En la semilla fisiológicamente joven hay una dominancia apical y la semilla vieja produce un número mayor de tallos con la influencia que ello tiene en cuanto al desarrollo del cultivo.

6.2.2. *Tipo de semilla utilizada*

Se puede sembrar con tubérculos enteros o con tubérculos troceados. El troceado, en general, es una práctica no recomendable debido a los problemas fitosanitarios que se transmiten en la semilla por los elementos de corte utilizados; sin embargo, la semilla troceada adelanta el cultivo al producirse una emergencia más temprana de la planta y además con la misma densidad de plantación el número de tallos por metro cuadrado es menor con semilla troceada que con semilla entera, con lo que tendremos menor número de tubérculos y su calibre será mayor.

6.2.3. *Duración del día y temperatura*

La duración del día (horas diarias de luz) tiene una gran influencia en el comportamiento del cultivo de la patata.

Bajo condiciones de día corto, las plantas tuberizan pronto, los estolones son cortos y la vegetación no alcanza mucho tamaño (*ver foto 6.12*).

Bajo condiciones de día largo por el contrario, la planta tuberiza mas tarde, los estolones que crecen son más largos y la vegetación crece más. Incluso hay variedades que en zonas o épocas de día largo no tuberizan en absoluto.

Como la temperatura también influye en la formación de tubérculos y como además hay una interacción entre la temperatura y las horas diarias de luz, sería conveniente hablar de termofotoperiodo más bien que de termoperiodo o de fotoperiodo.

Con altas temperaturas, un aporte alto de nitrógeno puede producir un retraso en la tuberización.

En general podemos establecer lo siguiente:

- Con días cortos y temperaturas bajas, la tuberización se adelanta.
- Con días cortos y temperaturas altas las variedades de ciclo corto tuberizan y desarrollan sus tubérculos mucho antes que las variedades de ciclo largo.
- Con días largos y temperaturas altas la tuberización se ve fuertemente perjudicada.

— Con temperaturas bajas o moderadas, las horas diarias de luz, en cuanto a su efecto sobre el inicio de la tuberización, tienen más influencia sobre las variedades de ciclo largo que sobre las variedades de ciclo corto.

Una vez que se ha producido la tuberización, la duración del día y las temperaturas tienen menos influencia en el desarrollo posterior del cultivo.

6.2.4. Intensidad de la luz

Con bajas intensidades luminosas se estimula el crecimiento de la vegetación y se retrasa el crecimiento de los tubérculos.

El crecimiento del cultivo se puede ver influido por la diferente intensidad luminosa que hay, en función de la altitud del terreno.

6.2.5. Nitrógeno

Un cultivo de patata abonado con una dosis alta de nitrógeno alcanza la producción máxima de tubérculos más tarde que los cultivos con menor abonado nitrogenado.

El nitrógeno estimula el crecimiento de la parte aérea de la planta y retrasa el cultivo. El nitrógeno no tiene influencia sobre el inicio de la tuberización pero los tubérculos que se van formando y en las primeras fases de crecimiento disponen de menos materia seca ya que ésta se dirige más a la parte aérea de la planta.

Los tubérculos producidos en un cultivo con un abonado nitrogenado alto tienen un contenido en sólidos menor que los producidos con poco aporte de nitrógeno.

Evidentemente, cuanto mayor sea la densidad de plantación mayores dosis de nitrógeno se pueden aplicar.

Cuanto mejores sean las condiciones para que el cultivo crezca, más se nota el efecto del nitrógeno en el cultivo, es decir que con altas temperaturas y buena humedad en el suelo la respuesta del cultivo a un buen abonado nitrogenado es más acusada que con bajas temperaturas y sequía o defecto de humedad.

6.2.6. Marco de plantación

El marco de plantación nos da la densidad de siembra o lo que es lo mismo el número de plantas por hectárea. En realidad más que utilizar el número de plantas por hectárea debiéramos utilizar el concepto de número de tallos por metro cuadrado.

Una densidad de plantación (n° tallos/m²) alta estimula no sólo una tuberización temprana sino que también adelanta el crecimiento y la maduración de los tubérculos; ésto puede ser debido bien a que cada tallo tiene menos nitrógeno disponible o bien a que se forman menos brotes laterales con densidad de plantación alta que con una baja densidad de plantación.

6.2.7. Agua

El agua es un elemento imprescindible para el crecimiento de las plantas. La humedad disponible contenida en cada suelo depende también no sólo del aporte de agua sino del tipo de suelo (turboso, arenoso, franco, arcilloso, etc.) (ver foto 6.13).

Los cultivos que tienen suficiente agua producen más follaje y empiezan a tuberizar más tarde que los cultivos que no han tenido disponible el agua que han necesitado (ver foto 6.14).

6.2.8. Variedades

Las variedades que tuberizan bajo condiciones de pocas horas de luz pueden, en condiciones de día largo, presentar un retraso en la tuberización o incluso no tuberizar en absoluto, especialmente si las temperaturas son altas.

Variedades que se comportan como tardías en zonas de día largo tienden a actuar como variedades de ciclo corto madurando antes en zonas con pocas horas de luz.

Este fenómeno es mucho más acentuado en variedades de ciclo largo (maduración tardía) que en variedades de ciclo corto (maduración temprana).

Si lo que queremos producir es semilla, nos interesan los calibres más bien pequeños (entre 28 y 65 mm de diámetro); si queremos producir para transformación en fritas a la francesa o freír a frios interesarán calibres de más de 50 mm; si queremos producir para transformación en fritas en hojuelas o chips interesan calibres entre 40 y 80 mm de diámetro y por fin, si producimos para el mercado de consumo tendremos que tratar de obtener tubérculos entre 40 y 80 mm de diámetro.

El rendimiento comercial viene influido fundamentalmente por dos factores:

- El rendimiento total
- El número de tubérculos por unidad de superficie, que depende de la densidad de plantación.

7.1. Densidad de plantación y calibre de los tubérculos

La densidad de plantación expresada como número de tallos por metro cuadrado afecta al rendimiento total del cultivo así como al calibre medio de los tubérculos producidos. Cuando aumentamos la densidad de plantación el rendimiento aumenta pero el calibre medio de los tubérculos disminuye.

El aumento de rendimiento que se produce al aumentar la densidad de plantación se puede deber a:

- A) El terreno se cubre antes con hojas verdes, lo que implica que en el ciclo del cultivo se aprovecha más iluminación antes, también al ser interceptada por las hojas y usada por la planta para la asimilación de productos.
- B) Se forman menos tallos laterales.

C A P Í T U L O 7

Rendimiento del cultivo

Las producciones obtenidas en un cultivo de patata se deben dar como rendimiento comercial más que como rendimiento total. Dependiendo del destino que se le vaya a dar a la producción obtenida, el calibre de los tubérculos nos influirá sobre el rendimiento en dinero que es lo que al final interesa.

Si lo que queremos producir es semilla, nos interesan los calibres más bien pequeños (entre 28 y 65 mm de diámetro); si queremos producir para transformación en fritas a la francesa o french fries interesarán calibres de más de 50 mm, si queremos producir para transformación en fritas en hojuelas o chips interesan calibres entre 40 y 80 mm de diámetro y por fin, si producimos para el mercado de consumo tendremos que tratar de obtener tubérculos entre 40 y 80 mm de diámetro.

El rendimiento comercial viene influido fundamentalmente por dos factores:

- El rendimiento total.
- El número de tubérculos por unidad de superficie, que depende de la densidad de plantación.

7.1. Densidad de plantación y calibre de los tubérculos

La densidad de plantación expresada como número de tallos por metro cuadrado afecta al rendimiento total del cultivo así como al calibre medio de los tubérculos producidos. Cuando aumentamos la densidad de plantación el rendimiento aumenta pero el calibre medio de los tubérculos disminuye.

El aumento de rendimiento que se produce al aumentar la densidad de plantación se puede deber a:

- A) El terreno se cubre antes con hojas verdes, lo que implica que en el ciclo del cultivo se aprovecha más iluminación antes, también al ser interceptada por las hojas y usada por la planta para la asimilación de productos.
- B) Se forman menos tallos laterales.

C) La tuberización se produce antes y por lo tanto los tubérculos empiezan a engrosar antes también.

El subir la densidad de plantación de baja a alta aumenta los rendimientos mucho más que cuando se sube de alta a muy alta, viéndose afectado en todos los casos el tamaño medio de los tubérculos.

Para unos calibres dados que se quieran obtener, en parcelas con bajos rendimientos, las densidades de plantación deben ser menores que en parcelas donde se prevean altos rendimientos. En zonas con poco potencial en cuanto a rendimiento se pueden obtener calibres aceptables si la población de plantas es baja; si se introducen mejoras en esas zonas (p.ej. puesta en regadío) y por lo tanto se aumentan los rendimientos, deben aumentarse también las densidades de plantación.

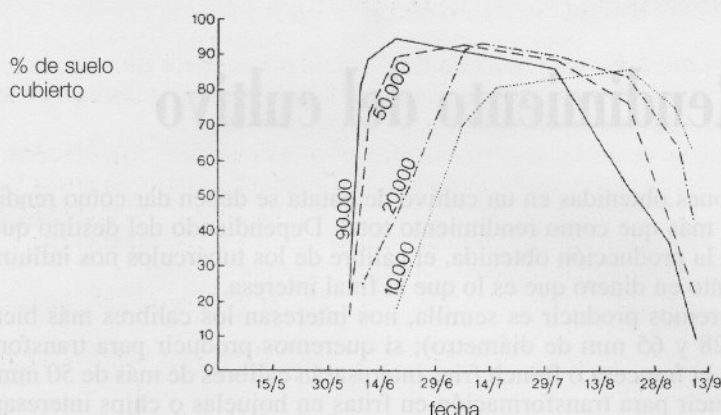


Fig. 14. Momento y porcentaje de suelo cubierto a diferentes densidades de plantas. REESTMAN 1968.

Para la producción de tubérculos pequeños (p.ej. producción de patata de siembra), se necesitan mayores densidades de plantación que para la producción de tubérculos grandes.

Naturalmente, sería posible obtener tubérculos pequeños con densidades de plantación bajas, pero entonces el cultivo debe ser recogido antes de madurar lo que se traduce en un rendimiento total bajo, en peor conservación y en el caso de semilla en peor germinación en el momento de la siembra.

7.2. Densidad de plantación y dosis de siembra

Como ya se ha dicho, es importante indicar la densidad de plantación como el número de tallos por metro cuadrado.

La densidad de plantación depende de la cantidad de semilla plantada y del número de tallos que se desarrollen en cada tubérculo.

Normalmente, la densidad de plantas o densidad de plantación de un cultivo de patata se suele expresar como el número de plantas o "matas" por unidad de superficie; esta definición de densidad de plantación no es muy lógica ya que una

planta surgida de un tubérculo madre puede desarrollar 1, 2, 3 o incluso más tallos. Es fácil de entender que si en un campo tenemos un promedio de 2 tallos por planta y en otro de 4 tallos por planta, con el mismo número de plantas por hectárea tenemos el doble de tallos por metro cuadrado en el segundo campo que en el primero.

Para saber la densidad de plantación se hace un conteo en tres o cuatro lugares diferentes de la finca, tomando 10 metros de surco, se cuentan los tallos y se divide el número de tallos entre la superficie que representen esos 10 metros de surco; después se hace la media de esos tres o cuatro conteos.

7.3. Número de brotes por tubérculo madre

El número de brotes que surgen de un tubérculo depende de: calibre de la semilla, variedad, tratamiento de la semilla, edad fisiológica del tubérculo, estado del terreno y daños que puedan sufrir los brotes.

En España, el calibre de la semilla se expresa en los milímetros que tiene de diámetro el tubérculo pero en ciertos países a veces se expresa por medio del peso del tubérculo. Un calibre expresado como 35/50 indica que ningún tubérculo debe pasar por una malla cuadrada de 35 mm de lado y que todos ellos deben pasar a través de una malla cuadrada de 50 mm de lado.

En variedades alargadas, los pesos de los tubérculos son mayores para un mismo calibre que en variedades redondas.

En general podemos decir que los tubérculos de calibre gordo dan más tallos que los de calibre pequeño.

En cuanto a la variedad podemos decir que el número de brotes por tubérculo es un carácter varietal y por lo tanto varía mucho de unas variedades a otras.

El tratamiento de la semilla con productos que promueven o favorecen la germinación como ácido giberélico, rindita, etc., aumenta el número de tallos por tubérculo.

La edad fisiológica de los tubérculos plantados tiene una gran influencia en la densidad final de tallos del cultivo ya que si el tubérculo es fisiológicamente joven habrá una dominancia apical y cada planta tendrá pocos tallos; por otra parte, si el tubérculo que se siembra no es ni joven ni muy viejo fisiológicamente hablando, tendrá todo su potencial para producir el máximo número de tallos y por fin, si el tubérculo madre es fisiológicamente muy viejo y ha sido desbrotado en alguna ocasión, también la planta tendrá pocos tallos porque habrá ojos del tubérculo que habrán perdido su capacidad de brotar o bien producirán brotes filiformes.

Cuando la patata está brotada, bien si se trocea, en la manipulación o al plantarla mecánicamente, gran cantidad de brotes se ven dañados o arrancados. Cuando los brotes que se rompen representan un porcentaje pequeño de los que tiene la semilla, no hay crecimiento de nuevos brotes que reemplacen a los que se han roto; sin embargo, cuando un porcentaje alto de brotes resulta dañado, crecen nuevos brotes, incluso a veces dependiendo de la variedad y de la edad fisiológica de los tubérculos, crecen más brotes de los que se habían roto.

Unos daños leves en los brotes de la semilla se traducen en densidades de plantación más bajas al no haber reposición de los brotes dañados y sin embargo, daños fuertes en los brotes de semilla que sea vigorosa y esté en buenas condiciones,

produce altas densidades de tallos al ser reemplazado cada brote roto por uno o más nuevos brotes; como es natural, el desarrollo de estos nuevos brotes se retrasa, lo que a veces viene bien, sobre todo cuando no se ha conservado la semilla en cámaras frigoríficas y se hacen siembras tardías.

Daños fuertes en los brotes de los tubérculos que se van a plantar producirán cultivos irregulares y retrasados o tardíos.

Las condiciones del terreno en el momento de la plantación y más tarde, condicionan en gran medida el porcentaje de brotes que se desarrollará hasta formar tallos. Los tubérculos de patata plantados en un suelo seco y/o áspero o terronado no solamente producen un número pequeño de tallos sino que también se produce un retraso en la emergencia, e incluso en casos extremos ni siquiera llega a producirse esa emergencia.

La semilla se debe plantar siempre en terreno húmedo, con buen tempero y que no tenga terrones. En suelos ligeros o arenosos es mucho más fácil realizar las siembras en condiciones ideales para que se produzca un crecimiento óptimo de los brotes que en suelos fuertes o arcillosos.

Las condiciones en que se produzca la siembra son fundamentales para el rendimiento final del cultivo de patata.

7.4. Distribución de los tallos

Lo que buscamos en un cultivo es obtener una alta producción por hectárea y eso se consigue con densidades de tallos altas; sin embargo, si la densidad de plantación es baja el rendimiento por hectárea es menor, aunque la producción por planta sea mayor que en el caso anterior.

En un campo de patatas hay dos clases de competencia:

- entre plantas
- entre tallos dentro de cada planta.

La competencia entre plantas es tanto más importante cuanto menor sea la distancia de una planta a otra y por otra parte, la competencia dentro de la misma planta es tanto más importante por un lado cuanto mayor sea el número de tallos que tiene la planta y por otro cuanto mayor sea la distancia entre plantas.

Con una densidad de plantas razonablemente alta de alrededor de 20 tallos por metro cuadrado, el calibre de la semilla no tiene gran influencia en cuanto al rendimiento.

Cuando se quieran conseguir tubérculos de gran tamaño, se debe disminuir la densidad de plantación y especialmente en las fincas que previsiblemente van a tener un rendimiento bajo ya sea por que el terreno no es fértil, por que no se va a poder disponer de suficiente agua para el riego o por otras causas; en estos casos, el uso de semilla pequeña y sobre todo el troceado de semilla gorda con lo que implica de menos tallos por metro cuadrado, es una ventaja, ya que hay menos competencia entre plantas.

En países donde la semilla de patata no se trocea, lo que interesa sobre todo en la producción de patata de siembra es obtener tubérculos pequeños, lo que se consigue con densidades de plantación altas, bien estrechando el marco de plantación o bien utilizando semilla de calibre gordo en la siembra para que haya mucha competencia entre plantas o bien mayor competencia dentro de la misma planta.

En países como España, donde se trocea la patata de siembra, el troceado se realiza bien cuando el calibre de la semilla es grande, que es el caso más frecuente o bien cuando se busca una densidad de plantación baja para obtener tubérculos de gran tamaño.

La separación entre surcos en el cultivo de patatas puede variar mucho, dependiendo de la zona y del tipo de producción que se quiere obtener; una distancia pequeña entre surcos (60-70 cm) nos puede proporcionar una mejor distribución de los tallos pero técnicamente y para la mecanización de las labores es mucho mejor cultivar patatas con distancias entre surcos más amplias (75-90 cm). Cuando el desarrollo de la vegetación es bueno, la distancia entre surcos no afecta a las condiciones de crecimiento, pero cuando el desarrollo vegetativo es pobre, al hacer los surcos anchos el terreno no se cubre totalmente con hojas verdes y ésto se traduce en una producción más baja.

Si fijamos el número de plantas que queremos poner por hectárea y la distancia entre surcos, se puede calcular fácilmente la distancia entre plantas dentro del surco.

En España y en un cultivo normal para producción de patata de consumo se ponen 40.000-50.000 plantas por hectárea, lo que supone entre 1,5 y 2,5 toneladas de semilla por hectárea. En diversos países europeos como Holanda, Bélgica, etc. y para producir patata de siembra se ponen más de 60.000 plantas por hectárea, usando entre 3 y 5 toneladas de semilla por hectárea.

En secano las dosis de siembra deben ser menores, entre 25.000 y 35.000 plantas por hectárea.

Dependiendo del destino previsto para la producción y de que se busquen tubérculos grandes o pequeños, se requerirán diferentes dosis de siembra.

El calibre medio que se busque en los tubérculos recolectados nos dará la indicación fundamental sobre la densidad de plantas.

Donde se prevean bajos rendimientos hay que utilizar menos semilla que donde se esperen altos.

Cuanto más baja sea la capacidad de los tubérculos para producir tallos, más semilla se debe plantar.

Si se utiliza semilla gorda en lugar de semilla pequeña, evidentemente hay que utilizar más kilogramos de semilla en la siembra.

La densidad de plantas óptima está influida, además de todo lo descrito anteriormente, por el precio de la semilla y por el precio que el agricultor espere percibir por su producción.

También hay que tener en cuenta que el calibre de los tubérculos se ve afectado por el rendimiento; a veces los cultivos deben ser recolectados antes de alcanzar la madurez porque de otra manera los tubérculos podrían engordar demasiado.

Aumentando la densidad de plantas podríamos dejar que el cultivo siguiese creciendo durante días o incluso semanas sin correr ese riesgo.

La densidad de plantas afecta también a la calidad de la producción; en cultivos con una densidad de plantas baja los tubérculos se hacen demasiado grandes, lo que puede traer consigo problemas de corazón hueco, grietas de crecimiento y tubérculos deformados e incluso segundos crecimientos.

La densidad de plantas afecta asimismo en gran medida a la tasa de multiplicación. Cuanto más alta es la población de plantas, menor es el número de tallos que crecen a partir de cada tubérculo madre y menor es también el número de tu-

bérculos que crecen en cada tallo; por lo tanto, el número de tubérculos producido por cada tubérculo madre es menor cuanto mayor sea el número de plantas por hectárea.

Para la producción de semilla de base de alta calidad en la producción de patata de siembra, se deberían utilizar densidades de plantación bajas (alrededor de 35.000 plantas por hectárea) con el fin de obtener una alta tasa de multiplicación, mientras que para la producción de semilla certificada más barata, donde una tasa de multiplicación alta tiene menos importancia, se deben utilizar densidades de plantación altas con el fin de producir un porcentaje alto de tubérculos de calibre pequeño. Cuando se trocea la semilla también tenemos una tasa de multiplicación más alta.

Manejo de la semilla antes de la siembra

En el momento de la siembra la semilla debe estar en una situación tal que la emergencia no se retrase mucho. El espacio de tiempo comprendido entre la siembra y la emergencia es el período más delicado en el cultivo de patata.

La semilla debe estar libre de enfermedades y hay que tener un cuidado especial de que las enfermedades peligrosas que se mantienen y transmiten por el suelo y de las cuales hemos estado libres hasta ahora (p.ej. *Burkholderia*, *Clavibacter*, *Synchytrium*, etc.) contaminen los campos a través de la semilla. Además, hay que tener cuidado de que la semilla que se usa no esté infectada con patógenos o enfermedades que son fácilmente dispersados durante el período de cultivo y que pueden incluso destruir el mismo cultivo (p.ej. *Erwinia*, *Phytophthora*, etcétera).

El calibre de la semilla debe ser más o menos uniforme para que tanto la emergencia de las plantas como el cultivo en sí sean lo más uniforme posible.

Siempre que sea posible se debe utilizar semilla certificada ya que la etiqueta oficial o el precinto son una garantía de que esa semilla ha sido controlada.

8.1. Virosis

Uno de los problemas más importantes en cuanto a la reducción de cosecha son las virosis transmitidas por la semilla. El nivel de reducción de cosecha depende del tipo de virus de que se trate, de la variedad de patata y de las condiciones del cultivo.

8.1.1. Tipo de virus

Dentro de la legislación que existe al efecto no solo a nivel español sino a nivel comunitario, se hace una distinción entre virus graves y virus leves.

En el cultivo de patata los virus graves son:

- PLRV (potato leafroll virus) o virus del enrollado

— PVY (potato virus Y) o virus del mosaico rugoso, dentro del cual se engloban diferentes razas del virus Y.

Como se ve en el capítulo correspondiente a enfermedades causadas por virus, estos dos virus producen normalmente una reducción en la cosecha debida sobre todo a la reducción en el tamaño de las plantas o en la vegetación, ya que cuanto más pequeña sea la planta más se reduce la producción.

Las cifras que se dan para cultivos con el 100% de plantas afectadas por estos virus es de entre un 40% y un 80% de reducción en la cosecha dependiendo de la variedad y del tipo de virus de que se trata.

Los virus leves en el cultivo de patata son:

- PVA (potato virus A)
- PVM (potato virus M)
- PVS (potato virus S)
- PVX (potato virus X)

y sus efectos y características se describen en el capítulo correspondiente a enfermedades producidas por virus. Estos virus, en el peor de los casos producen una reducción de cosecha del 10%.

8.1.2. Variedad

Hay un componente varietal en el nivel de afección de cada virus. En realidad, se habla de variedades sensibles y variedades resistentes a un virus determinado y esta resistencia a determinados virus es un factor que se está teniendo en cuenta por quienes trabajan en la obtención de nuevas variedades.

8.1.3. Condiciones de cultivo

En un cultivo bien cuidado, el desarrollo de la vegetación de las plantas sanas puede compensar la reducción en la vegetación de las plantas enfermas. Por otra parte, es evidente que las plantas viróticas producirán más vegetación con buenas condiciones de cultivo que cuando éstas son adversas.

Entre los factores que se incluyen en las condiciones de cultivo tenemos: climatología, condiciones del suelo, riego, abonado, variedad sembrada, etcétera.

8.2. Tamaño de la semilla

Normalmente, el abanico de calibres o tamaños de la semilla certificada está comprendido entre los 28 mm y los 65 mm en las variedades normales y entre 25 y 60 mm para aquellas variedades en que su longitud es más del doble que su anchura. En campañas excepcionalmente malas se acepta el precintado de tamaños superiores.

Como ya se expuso en otro capítulo, se dice que el calibre de una partida o lote es 35/50 cuando todos los tubérculos de ese lote pasan a través de una malla cuadrada de 50 mm de lado y ninguno de los tubérculos pasa a través de una malla asimismo cuadrada de 35 mm de lado.

En la práctica, se suelen hacer tres calibres diferentes: 28/35, 35/50 y 45/65, siendo los dos últimos los más utilizados, prefiriendo cada zona y cada agricultor los calibres más gordos o más pequeños. La legislación no permite, salvo en casos excepcionales, que haya una diferencia de más de 20 mm entre los calibres superior e inferior de un lote.

En general podemos decir que tanto la semilla más gorda como la más pequeña dan el mismo resultado, siempre que se alcance la densidad de tallos deseada; sin embargo, la semilla de calibre gordo emerge antes que la semilla de calibre pequeño.

La semilla gorda tiene ventajas sobre la semilla pequeña en determinadas circunstancias:

- cuando se dispone de mal almacén para la conservación;
- cuando las condiciones de suelo y clima en el momento de la plantación no son favorables;
- cuando se produce un ataque de hongos o de plagas a la semilla ya brotada y sembrada;
- cuando haya riesgo de helada, granizo o sequía durante la primera parte del cultivo;
- cuando se den temperaturas muy altas después de la plantación;
- cuando el período de cultivo es corto, ya que produce una emergencia más temprana al acelerar el crecimiento de los brotes.

Las características más notables de los diferentes tamaños de semilla son:

8.2.1. Semilla pequeña

- Produce más brotes por kg de semilla.
- Produce una emergencia más tardía.
- Presenta más dificultad para alcanzar altas densidades de tallos.
- Si las condiciones del suelo son malas en el momento de la plantación, se produce una emergencia pobre.
- Produce menos tallos por planta.
- En caso de helada en la primera fase del cultivo, la recuperación es más difícil.

8.2.2. Semilla gorda

- Produce menos brotes por kg de semilla.
- Produce una emergencia más temprana.
- Tiene más facilidad para alcanzar altas densidades de tallos.
- Si las condiciones del suelo son malas en el momento de la siembra, se produce una mejor emergencia.
- Produce más tallos por planta.
- En caso de helada al principio del cultivo, la recuperación de éste es más fácil.

8.3. Clasificación y calibrado de la semilla

Si se utiliza semilla española precintada oficialmente, como normalmente sólo

bérculos de un lote debe ser tal que la diferencia de dimensiones entre los lados de las dos mallas cuadradas utilizadas no exceda de 20 mm, salvo que por el Servicio Oficial de Control y previa aceptación por parte del usuario se autorice una desviación mayor, en cada saco nos encontraremos un calibre bastante homogéneo.

Sin embargo, siempre que haya una desviación grande entre los calibres superior e inferior, se recomienda recalibrar la semilla antes de la plantación para separar lo que se va a trocear de lo que se va a sembrar entero y dentro de lo que se va a trocear, separar los tubérculos que se van a partir por la mitad de los que se van a partir en tres o cuatro trozos con la máquina troceadora.

El corte del tubérculo hay que procurar hacerlo longitudinalmente, de corona a ombligo, para que todos los trozos lleven un número parecido de yemas.

El uso de semilla con una gran variación en cuanto a su calibre no nos producirá un cultivo uniforme. Además, es mucho más difícil predecir la densidad de tallos si se utiliza este tipo de semilla.

La operación de recalibrado se puede aprovechar para retirar todos los tubérculos afectados por enfermedades peligrosas ya que estos tubérculos infectados pueden dar lugar a plantas que pueden ser un nuevo foco de infección en la finca. Estos tubérculos pueden infectar un campo que previamente estaba sano. Algunas enfermedades hacen que se pudra la semilla y otras conducen a una emergencia irregular.

Hay que tener cuidado de que durante las operaciones de calibrado, clasificación y sobre todo troceado de la patata no propaguemos enfermedades graves de los tubérculos enfermos a los sanos; en caso de trocear la patata, los elementos de corte deben ser desinfectados periódicamente cada poco tiempo.

8.4. Almacenaje de la semilla

Cuando se dispone de cámaras frigoríficas cerca de la explotación o quien vende la patata la mantiene refrigerada y si se va a utilizar mucha semilla, el agricultor no debe llevar la patata a su almacén mucho antes de efectuar la siembra.

Sin embargo, si no se dispone de buenos almacenes refrigerados para la conservación por parte de quien vende la semilla al agricultor, es preferible que el agricultor la reciba lo antes posible para tenerla en mejores condiciones de las que puede ofrecer el almacenista que maneja grandes cantidades de patata, normalmente tanto de consumo como de siembra.

Cuando los tubérculos están brotando, se debe restringir al mínimo el crecimiento de estos brotes manteniéndolos en un lugar iluminado, con ventilación y baja temperatura.

La semilla no se debe dejar expuesta a la luz directa del sol sino que siempre debe estar a la sombra.

Los tubérculos deben ser colocados en un lugar bien ventilado en capas delgadas sobre el suelo o mejor aún en bandejas de brotación; si la semilla se mantiene en sacos, éstos deben estar abiertos, colocados verticalmente sobre el suelo, nunca apilados y dejando un espacio entre cada fila de sacos para favorecer la ventilación, sobre todo cuando la temperatura ambiente es alta.

Evidentemente, hay que evitar que los tubérculos se mojen en caso de lluvia o se hielen en caso de helada.

Si hay que almacenar la semilla durante un período de tiempo largo, la temperatura de almacenaje debe estar entre 2°C y 4°C; si almacenamos la semilla a temperaturas más altas se puede adelantar la producción de brotes, lo que puede originar que esta semilla sea demasiado vieja fisiológicamente en el momento de la siembra y que haya que desbrotarla demasiado pronto.

La semilla que se va a plantar pronto después de la recolección debe ser almacenada a temperaturas más altas, entre 10°C y 15°C pues de esta manera se acorta el período de latencia.

8.5. Edad fisiológica de la semilla

Además de su influencia en el número de brotes, la edad fisiológica puede influir en el comportamiento del cultivo.

Cuando se usa semilla fisiológicamente vieja, la parte aérea de la planta crece menos, la tuberización se inicia antes y el cultivo madura antes también. Cuando se dispone de un período de cultivo corto el uso de semilla fisiológicamente vieja nos puede producir mayores rendimientos, lo que no ocurre cuando disponemos de un período de cultivo largo (*ver foto 8.15*).

Las plantas que crecen a partir de semilla que es demasiado vieja normalmente son débiles y producen poco; esta semilla suele producir brotes débiles, ahilados y a menudo dan "patatitas", especialmente si se planta en terreno húmedo y frío; hay variedades que son más propensas que otras a tener este tipo de problema (*ver foto 8.16*).

Si el tiempo transcurrido entre la recolección y la plantación es demasiado corto, la semilla está aún en estado de latencia o produce brotes apicales. Hay diversos métodos para romper la latencia y para evitar los brotes apicales.

8.6. Rotura de la latencia

Si el tiempo transcurrido entre la recolección de una patata de siembra y su plantación posterior es demasiado corto, la semilla se puede encontrar aún en estado de latencia ya que incluso en condiciones favorables los brotes no se desarrollan.

Se ha visto que hay ciertos productos químicos que son efectivos en la rotura de la latencia aunque en su uso a escala comercial pueden aparecer una serie de problemas como: insuficiente brotación de la semilla, aparición de podredumbres y por fin en ciertos casos el crecimiento de la planta se puede ver afectado.

La concentración del producto químico así como el momento de su aplicación dependerá de diferentes variables: método de aplicación, variedad, estado de latencia, temperatura durante el tratamiento, etcétera.

Para romper la latencia se usan las siguientes técnicas:

8.6.1. Troceado

El troceado de los tubérculos tiene un efecto de rotura de la latencia, pudiendo ser suficiente en algunos casos para que los tubérculos broten.

8.6.2. Sulfuro de Carbono (S_2C)

Es un gas explosivo y venenoso 2,5 veces más pesado que el aire; es producido a partir de un líquido con punto de ebullición a $46,3^{\circ}C$ que se evapora rápidamente. El tratamiento se debe hacer en contenedores cerrados herméticamente o en zanjás excavadas en el suelo.

8.6.3. Tiourea (NH_2CSNH_2)

Los tubérculos cortados o troceados son sumergidos en una solución de 1-2% de tiourea en agua durante un tiempo comprendido entre una y dos horas.

8.6.4. 2-Cloro etanol ($ClCH_2CH_2OH$)

Este producto químico que es muy venenoso y explosivo se aplica en cámaras de gas a una dosis de un litro de producto diluido al 40% por cada 250-275 kg de patatas durante un período de tiempo de 5 días.

8.6.5. Rindita

Es una mezcla de 7 partes de 2-Cloro etanol ($ClCH_2CH_2OH$), 3 partes de 1,2 Dicloroetano ($C_2H_4Cl_2$) y una parte de Tetracloruro de Carbono (CCl_4) (ver fotos 8.17 y 8.18).

Es un gas muy venenoso por lo que los tubérculos deben ser tratados en una cámara durante 4 días a $22^{\circ}C$ con 0,3 ml/kg de patatas o bien 2-3 días a $26-28^{\circ}C$ con 0,8-1,0 ml/kg de patatas.

8.6.6. Acido giberélico

Este producto puede romper la latencia si consigue penetrar dentro del tubérculo. Como la piel impide que el producto químico penetre, solo es efectivo en semilla troceada o en tubérculos con la piel dañada que hayan sido recolectados recientemente.

Una sobredosis de este producto puede dar lugar a:

- tallos que se alargan mucho
- sistema radicular poco desarrollado
- deformación de tubérculos.

8.7. Uso de semilla troceada

En muchos países como es el caso de España, el troceo de la semilla es una práctica habitual, sobre todo si se utiliza semilla de calibre gordo.

Hay varias razones para trocear la semilla:

- utilizar menos semilla y por tanto ahorrar dinero
- estimular la brotación y el crecimiento del brote
- mejorar la distribución de los tallos
- aumentar el número de tallos por tubérculo
- mejorar la tasa de multiplicación.

Comparando la productividad del mismo peso de semilla entera y semilla troceada, normalmente la semilla entera da mejores resultados. Un tubérculo entero de un peso determinado tiene más superficie de piel que un trozo de tubérculo del mismo peso y por lo tanto la semilla entera puede producir más tallos que la semilla troceada (*ver foto 8.19*).

Sin embargo, si en el momento de la siembra los tubérculos están todavía en estado de latencia o en el estado de brotación apical, el troceado puede dar lugar a una emergencia más temprana y al desarrollo de más tallos. En este caso, el uso de semilla troceada puede dar mejores resultados cuando se siembra la misma cantidad (peso) de semilla por hectárea.

Normalmente, el porcentaje de emergencia es menor si se utiliza semilla troceada debido a que se produce más podredumbre en los trozos sembrados y en general, el porcentaje de emergencia es inversamente proporcional al grado de subdivisión de la semilla.

Con todo, la principal desventaja del troceado normalmente es la transmisión de enfermedades con el elemento de corte: cuchillo, navaja o cuchillas de la máquina troceadora. Las enfermedades más fácilmente transmisibles son:

- virus Y
- virus S
- virus X
- podredumbre anular (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicum*)
- marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)
- pie negro (*Erwinia carotovora* var. *atroseptica*)
- etcétera.

Esta transmisión se puede prevenir parcialmente desinfectando el elemento de corte.

Teniendo en cuenta todos los problemas que puede acarrear el troceado de la semilla, no es aconsejable hacerlo, a menos que económicamente sea muy rentable bien porque no se disponga de semilla pequeña o bien porque la semilla tenga un precio muy alto o porque la semilla pequeña sea mucho más cara que la gorda.

Cuando las condiciones del terreno son desfavorables (demasiado seco, demasiado húmedo, demasiado caliente, demasiado frío) no se debe utilizar semilla troceada.

Los trozos obtenidos no deben ser muy pequeños; no deberían pesar menos de 40 gramos y deben tener como mínimo 2 ó 3 ojos; como los tubérculos tienen más ojos en la corona que en el ombligo, el corte hay que hacerlo longitudinalmente de corona a ombligo o viceversa.

8.7.1. Cicatrizado del corte

Para prevenir la podredumbre de la semilla troceada tenemos que tomar medidas que favorezcan la cicatrización de la herida que supone la superficie de corte.

Después de efectuado el corte, las células más exteriores de la superficie cortada suberizan y debajo de esta capa suberizada se forma el peridermo. El tiempo necesario para que se forme esta capa protectora depende de: la variedad, edad de la semilla, temperatura, humedad y del contenido en oxígeno de la atmósfera que hay alrededor.

8.7.1.1. Variedad

Algunas variedades, especialmente las tempranas son susceptibles a *Fusarium* y forman pocas sustancias de las que intervienen en la cicatrización de heridas; es peligroso trocear esas variedades.

8.7.1.2. Edad de los tubérculos

Los tubérculos recogidos recientemente suberizan mejor. La formación de sustancias favorecedoras de la cicatrización se retrasa una vez que el tubérculo ha sobrepasado la fase de dominancia apical. Es peligroso el troceado de semilla que haya estado almacenada durante mucho tiempo.

Además, los tubérculos son más susceptibles a *Fusarium* cuanto más viejos son.

8.7.1.3. Humedad y temperatura

Un completo y rápido cicatrizado requiere una humedad alta y que la temperatura sea superior a 12°C.

8.7.1.4. Oxígeno

Un contenido en oxígeno en el aire de la atmósfera menor del 15% se traduce en una cicatrización incompleta y para que se produzca un buen cicatrizado en las heridas de los tubérculos el contenido en oxígeno debe ser lo suficientemente alto.

Como ya se ha dicho, para evitar que la semilla se pudra, lo mejor es favorecer la cicatrización del corte. El tratamiento de la superficie cortada con fungicidas formulados en polvo ayuda a reducir las podredumbres.

8.7.2. Operación de troceado

Hasta hace relativamente poco tiempo el troceado se llevaba a cabo manualmente con cuchillos o navajas pero actualmente lo normal es el uso de máquinas troceadoras.

Lo mejor y lo que en la práctica se hace más frecuentemente es trocear la semilla poco antes de efectuar la siembra, pero en ocasiones debido a cambio de planes en la siembra por causas climatológicas o por otros motivos pasa bastante tiem-

po antes de que la semilla troceada sea sembrada; en estos casos la suberización se realiza mejor a una temperatura de alrededor de 15°C y con una humedad relativa de alrededor del 85%.

Los tubérculos troceados se extienden sobre el suelo o bien se meten en sacos no muy llenos; hay que procurar no apilar estos sacos para evitar que se produzca un calentamiento y se debe dejar hueco entre las hileras de sacos para que haya ventilación ya que el exceso de humedad siempre es peligroso.

8.8. Prebrotado

Los tubérculos de patata no deben ser plantados directamente recién sacados de la cámara frigorífica en la que se conservan a alrededor de 4°C, sino que sus ojos deben estar al menos "abiertos", es decir que deben ser visibles los botones de los brotes que son de color amarillo verdoso.

Un tubérculo plantado sin que previamente hayan movido los ojos, tardará mucho en emerger y el brote que se desarrolle será de esta manera fácilmente atacado por microorganismos. En muchos países la semilla está prebotada en el momento de la plantación y los brotes tienen entre uno y dos centímetros de longitud.

La prebotación adelanta la emergencia, el inicio de la tuberización y el cultivo en general.

El cultivo resultante, sobre todo cuando el período de cultivo disponible es corto y limitado, produce mayores rendimientos; otra de las consecuencias de la prebotación es que se produce una emergencia regular, más uniforme en el tiempo, así como un cultivo más regular debido en parte a la menor incidencia de *Rhizoctonia solani*.

La prebotación debe ser hecha correctamente; los brotes deben ser fuertes y gordos en el momento de la siembra. Si los brotes son demasiado tiernos o demasiado largos y por lo tanto débiles, se pueden romper fácilmente durante la operación de la siembra.

Para hacer bien la prebotación los tubérculos deben ser expuestos a la luz natural pero a una temperatura no demasiado alta, para endurecer los brotes y hacer que éstos sean gordos, robustos y de color verde; si la prebotación se lleva a cabo en la oscuridad, se obtienen brotes largos, débiles y de color blanco, muy frágiles.

Aunque la prebotación conduce a una emergencia más temprana y también adelanta el inicio de la tuberización, no siempre se traduce en mayor rendimiento, ya que las condiciones climatológicas durante el período de cultivo influyen sobre los resultados obtenidos con la prebotación.

Además de luz natural, para hacer una buena prebotación se necesita ventilación; para exponer los tubérculos a la luz y darles la ventilación necesaria, deben ser colocados en capas finas bien en el suelo o bien en bandejas que normalmente son de madera. En estas condiciones los tubérculos con brotes en desarrollo pueden ser mantenidos durante un tiempo considerable.

En la práctica, la semilla se saca de las cámaras 2-3 semanas antes de la siembra y bien es extendida sobre el suelo del almacén o bien es dejada en los sacos abiertos y dejando espacio entre las líneas de sacos para que haya ventilación; los sacos no deben apilarse.

Si la siembra se retrasa, los brotes se hacen demasiado largos.

En caso de que los tubérculos tengan brotes apicales, hay que quitarlos antes de empezar la prebrotación.

El prebrotado de la semilla es aconsejable sobre todo cuando:

- el período de cultivo disponible es corto;
- la temperatura del suelo es baja en el momento de la siembra;
- se requiere una emergencia regular como ocurre en la producción de patata de siembra;
- hay mucha humedad en el suelo, ya que aumenta la probabilidad de que se pudra semilla y también aumenta el riesgo de ataque de *Rhizoctonia solani*;
- hay probabilidad de que se retrase la siembra durante mucho tiempo.

C A P Í T U L O 9

Manejo del suelo antes, durante y después de la siembra

Las labores de alzado, preparación del terreno o de la cama de siembra, siembra y formación del surco o aporcado se deben hacer de tal manera que no solamente faciliten una rápida emergencia sino que también permitan o aseguren un buen drenaje y que las raíces puedan penetrar en profundidad. También se debe posibilitar el cubrir la zona donde se desarrolla el cultivo y crece la planta con suficiente suelo ya que los tubérculos que se quedan descubiertos o que no se cubren con una capa de tierra lo suficientemente espesa se ponen verdes, son fácilmente atacados por insectos (p.ej. palomilla) y pueden alcanzar una temperatura muy alta que favorece los segundos crecimientos.

9.1. Preparación del terreno

Es bien sabido que la planta de patata tiene un sistema radicular débil y que las capas impermeables de suelo reducen el rendimiento fuertemente; estas capas impermeables reducen la profundidad que pueden alcanzar las raíces, limitando la disponibilidad de agua para la planta durante los períodos secos. Como es lógico, si existe este problema hay que regar más frecuentemente que donde las raíces pueden penetrar en profundidad (*ver foto 9.20*).

En las zonas o fincas donde el suelo está compactado o hay capas poco permeables se puede presentar otro problema y es que después de un riego abundante o de una lluvia fuerte el suelo está saturado de humedad durante demasiado tiempo, lo que produce la muerte de las raíces y/o la podredumbre de los tubérculos.

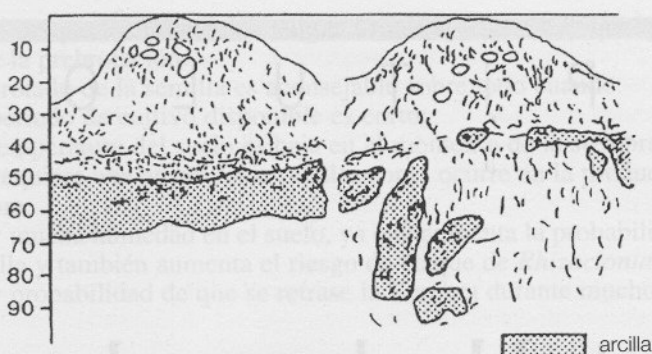


Fig. 15. Desarrollo radicular y crecimiento del tubérculo en un suelo con una capa impermeable así como en un suelo en el que esta capa se ha roto. WIEBING y SCHEPERS 1977.

Es aconsejable romper mediante un subsolado las capas impermeables que existan, así como evitar la compactación del suelo durante las operaciones de alzado y preparación del terreno.

Las temperaturas altas del suelo favorecen la rápida emergencia ya que las altas temperaturas aceleran el crecimiento de los brotes.

Después de un período de frío, las temperaturas son más altas en la capa superficial del suelo que en las capas más profundas. La semilla fisiológicamente vieja es especialmente sensible a las bajas temperaturas.

Si la temperatura del suelo es baja es ventajoso el efectuar una siembra superficial; sin embargo, temperaturas del suelo más altas permiten una siembra más profunda.

La humedad del suelo influye fuertemente en la germinación de la semilla. Si el suelo está seco, la semilla pierde peso, se retrasa la emergencia y el número de tallos que emergen es bajo. Si la humedad del suelo es normal, la emergencia se produce rápidamente y los brotes producen pronto raíces con las que extraen el agua del suelo, poco después de la siembra. Esta extracción o toma de agua del suelo aumenta el peso de la semilla.

En suelos saturados de humedad, la semilla se pudre debido a la carencia de oxígeno; éste es el motivo por el que se deben evitar, por lo peligrosos que son, los riegos fuertes después de la siembra.

Se puede decir que el tubérculo sembrado debe estar rodeado de tierra húmeda o al menos, ser plantado en suelo húmedo y que la semilla debe ser cubierta con una capa de suelo lo suficientemente espesa como para evitar que la tierra que está alrededor del tubérculo se seque demasiado pronto.

9.2. Preparación de la cama de siembra

La preparación de la cama de siembra se debe hacer cuando el tempero o humedad del suelo sea el adecuado.

Los terrones formados durante las operaciones de alzado y gradeo, a veces permanecen en el suelo hasta la recolección, por lo que hay que evitar la formación

de terrones al realizar esas labores, especialmente si la recolección se va a efectuar con cosechadora.

En algunos suelos y en ciertas condiciones, es peligroso dejar el terreno demasiado fino, sin ningún terrón, como puede pasar en los suelos ligeros o sueltos, en los que por una lluvia o un riego fuertes, se puede producir un sellado en la superficie del terreno y una erosión muy fuerte en el fondo de los surcos.

Cuando el suelo está muy seco, es difícil desmenuzar el terreno, mientras que el hacer las labores preparatorias con el suelo muy húmedo tampoco es fácil porque la tierra se pega.

Teniendo en cuenta que cada vez que pasamos un apero por el suelo, éste pierde humedad, si el suelo está con buen tempero deberemos restringir al mínimo el número de pases y hacer estas operaciones poco antes de efectuar la siembra.

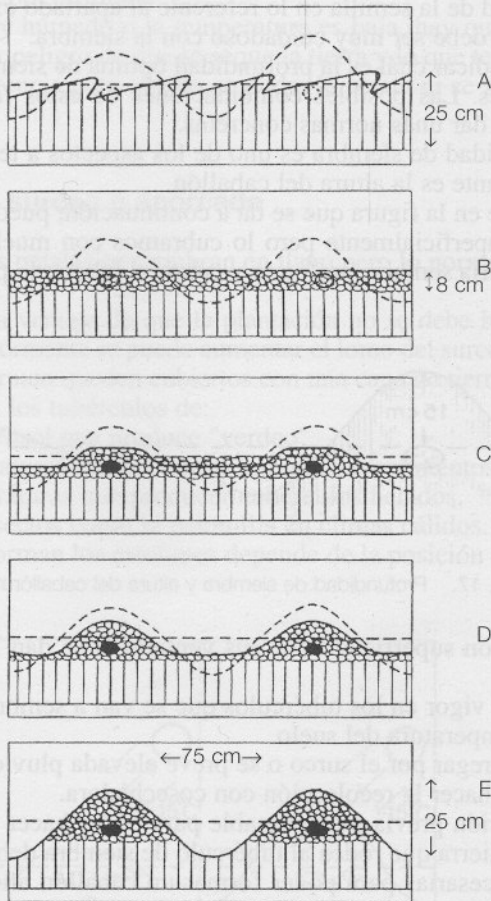


Fig. 16. Fases de preparación del suelo y siembra en el cultivo de papa. BEUKEMA 1979.

En la siembra, los tubérculos deben quedar cubiertos con una capa de tierra húmeda de espesor adecuado.

9.3. Profundidad de siembra

Entendemos por profundidad de siembra o de plantación a la distancia entre la superficie del suelo si el suelo se nivelase después de la plantación y la parte superior del tubérculo de siembra: superficial significa entre 0-2 cm; medio de 2-5 cm y profundo más de 5 cm.

El tiempo que transcurre entre la siembra y la emergencia es el período más delicado en un cultivo de patata.

Los factores que influyen en la emergencia son:

- edad fisiológica y estado de brotación de la semilla.
- temperatura del suelo.
- humedad del suelo.

Si la calidad de la semilla en lo referente al apartado expuesto en primer lugar no es buena, se debe ser muy cuidadoso con la siembra.

Es difícil indicar cuál es la profundidad óptima de siembra, ya que depende de muchos factores. Las posibles combinaciones de estos factores hacen especialmente difícil el dar unas normas concretas.

La profundidad de siembra es uno de los aspectos a tener en cuenta pero otro aspecto importante es la altura del caballón.

Como se ve en la figura que se da a continuación, puede pasar que sembremos un tubérculo superficialmente pero lo cubramos con mucha tierra o bien el caso contrario que sería sembrar profundo y cubrir el tubérculo plantado con poca tierra.

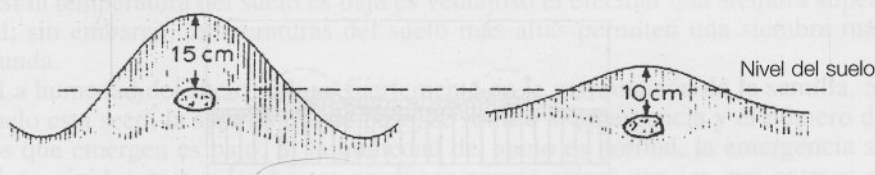


Fig. 17. Profundidad de siembra y altura del caballón. NIVAA 1981.

La plantación superficial tiene sus ventajas si se dan las siguientes condiciones:

- falta de vigor en los tubérculos que se van a sembrar.
- baja temperatura del suelo
- se va a regar por el surco o se prevé elevada pluviometría.
- se va a hacer la recolección con cosechadora.

Una condición previa indispensable para poder hacer una siembra superficial es la de que la tierra que rodea al tubérculo de siembra debe estar húmeda y en las condiciones necesarias para poder formar un caballón alto y bien proporcionado después de la plantación.

Una profundidad media de siembra es recomendable en las siguientes condiciones:

- cuando el suelo tiene una temperatura elevada.
- cuando se prevén condiciones de sequía durante o después de la siembra.

— cuando no se dan las condiciones adecuadas para formar un caballón alto después de la plantación.

— cuando exista un alto riesgo de ataque de palomilla de la patata.

Tanto el método de preparación del suelo como la profundidad de siembra afectan por una parte a la temperatura del suelo y por otra a las condiciones de humedad que hay en el suelo alrededor del tubérculo plantado (*ver fotos 9.21, 9.22 y 9.23*).

La profundidad de siembra debe ser la adecuada a las condiciones en que se encuentra la tierra.

Como el suelo se seca más lentamente en las capas profundas que en las superficiales, cuando hay sequía, la siembra debe ser más profunda. Cuando hace calor, se debe plantar profundo, ya que en caso de que se den temperaturas muy altas, es ventajosa la siembra profunda.

Si el suelo está muy húmedo o la temperatura es baja, hay que sembrar poco profundo porque no hay peligro de que se seque la tierra y lo que tenemos que buscar es acelerar la emergencia para que no se pudra la patata ni se vea afectada por *Rhizoctonia solani*.

9.4. Formación de surcos o aporcado

En ciertos países las patatas se siembran en llano pero lo normal es que se cultiven en surcos.

Los surcos tienen la ventaja de que la plantación no se debe hacer demasiado profunda porque posteriormente se puede aumentar el lomo del surco de manera que los tubérculos que se formen queden cubiertos con una capa de tierra adecuada.

Esta capa protege a los tubérculos de:

- la luz directa del sol que produce "verdeo".
- las altas temperaturas que producen segundos crecimientos.
- las bajas temperaturas que producen tubérculos helados.
- los daños de insectos como la palomilla en climas cálidos.

El lugar donde se forman los estolones depende de la posición que ocupe en el suelo el tubérculo madre.

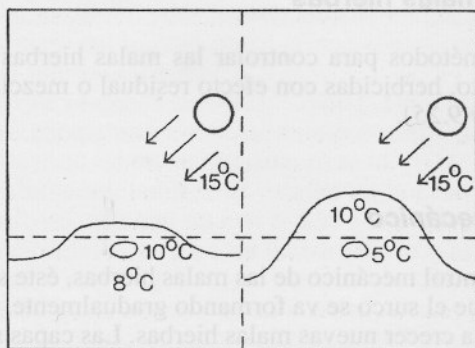


Fig. 18. Efecto del tamaño del surco sobre la temperatura del suelo. BEUKEMA 1979.

El lugar que ocupan los tubérculos formados en el cultivo depende de la posición de los estolones y de su longitud.

La longitud de los estolones depende no solo de las condiciones de la planta o del cultivo (variedad, temperatura, horas de luz, etc.) sino también del tamaño del surco.

Se puede obtener una buena cobertura de los tubérculos producidos bien sembrando profundo o bien haciendo un buen surco; dado que la siembra profunda, en general, retrasa la emergencia, es mejor no pasarse con la profundidad de siembra con tal de que se consiga mantener la humedad y temperatura del suelo y la cobertura con tierra de los tubérculos formados.

Cuanto más superficial pongamos la semilla, más alto y más ancho debemos hacer el surco. El surco no solo debe ser alto sino que debe ser también ancho en su parte superior.

El momento del aporcado depende de la humedad y de la temperatura del suelo; para decidir el momento en que se ha de aporcar hay que tener en cuenta también el método de control de malas hierbas que se va a utilizar.

Al hacer la operación de aporcado hay que ser cuidadoso para no cubrir con tierra las hojas, sobre todo las más altas de la planta.

Si después de la siembra se espera tener bajas temperaturas y hay probabilidad de que se produzca un sellado en la superficie del terreno, lo aconsejable es no formar el surco final poco después de la siembra sino esperar a que se produzca la emergencia o incluso hasta que las plantas tengan de 15 a 20 cm de altura, aunque hay que tener en cuenta que una capa de tierra demasiado fina puede hacer que el suelo que rodea la semilla se seque rápidamente.

Si el suelo tiene una temperatura alta y hay probabilidades de que se produzca sequía, lo recomendable es formar el surco final poco después de la siembra.

Si el surco final se forma poco después de sembrar, la semilla estará cubierta con 12-14 cm de tierra en las primeras fases de crecimiento, mientras que si el surco final se forma más tarde, la semilla estará cubierta al principio con solo 6-8 cm de tierra.

9.5. Control de malas hierbas

Hay diferentes métodos para controlar las malas hierbas: control mecánico, herbicidas de contacto, herbicidas con efecto residual o mezclas de estos dos últimos (ver fotos 9.24 y 9.25).

9.5.1. Control mecánico

Si se aplica el control mecánico de las malas hierbas, éste se efectúa en una serie de pases con lo que el surco se va formando gradualmente. Cada nuevo pase se da cuando empiezan a crecer nuevas malas hierbas. Las capas superiores de los lomos del surco se remueven con una reja y posteriormente esta misma tierra es devuelta al lomo en el mismo pase (ver foto 9.26).

9.5.2. *Herbicidas de contacto*

Cuando se usan herbicidas de contacto como puede ser el Paracuat y otros que solo matan las malas hierbas que han germinado y han salido al exterior, la semilla de patata se cubre con 6-8 cm de suelo en la operación de la siembra y justo antes de la emergencia de las patatas se matan las malas hierbas que hayan salido, con el herbicida de contacto.

Las malas hierbas que germinen posteriormente pueden ser controladas mecánicamente con las herramientas con las que se efectúa el aporcado.

La formación del surco definitivo se realiza en uno o dos pases y se puede completar justo antes de que la vegetación cierre el surco.

9.5.3. *Herbicidas con efecto residual*

Cuando se usan herbicidas que tienen un efecto residual pero que no matan por contacto las malas hierbas que ya han emergido, como son el Linurón y el Metobromurón, se debe hacer el surco definitivo y posteriormente aplicar el herbicida, antes de que germinen las malas hierbas (ver fotos 9.27, 9.28 y 9.29).

9.5.4. *Mezcla de herbicidas*

Los herbicidas que tienen doble modo de acción, por contacto y con efecto residual, como el Metribuzín, o las mezclas de herbicidas de contacto y herbicidas de suelo, son aplicados cuando ya se ha hecho el surco definitivo pero también se pueden aplicar cuando las malas hierbas ya han germinado.

10.1. *Momento de efectuar la recolección*

Para decidir el momento en que se va a efectuar la recolección hay que tener en cuenta una serie de factores condicionantes como pueden ser:

- rendimiento actual del cultivo respecto a su rendimiento potencial.
- en caso de vender la cosecha desde la finca, precio actual y precios probables esperados.
- influencia del momento de la recolección sobre la calidad de la cosecha.
- condiciones tanto del terreno como climatológicas en el momento presente y previstas para el futuro inmediato.
- momento en que se quiere tener disponible la finca para el siguiente cultivo.

En ciertos casos, compensa el obtener menos cosecha por los precios más altos que se pueden sacar en un momento determinado.

Además del rendimiento, también la calidad de la cosecha se ve influida por un arranque efectuado cuando aún no está maduro el cultivo. La piel de un tubérculo inmaduro es más débil y las paredes de las células que están justo debajo de la epidermis son mucho más delgadas que en un tubérculo maduro. Ese es el motivo por el que los tubérculos inmaduros sufren daños en la piel o se pelan.

En la producción de patata de siembra se acostumbra a hacer una recolección temprana o al menos destrucción de matas para evitar infecciones de virus que suelen ocurrir durante la última parte del período de cultivo.

C A P Í T U L O 10

Recolección

Para empezar a hablar de este tema diremos que en España la patata se divide en función del momento en que se efectúa su recolección en los siguientes grupos:

<i>Grupo</i>	<i>Fechas de recolección</i>
Patata extratemprana	16 Enero - 15 Abril
Patata temprana	16 Abril - 15 Junio
Patata media estación	16 Junio - 30 Septiembre
Patata tardía	1 Octubre - 15 Enero

10.1. Momento de efectuar la recolección

Para decidir el momento en que se va a efectuar la recolección hay que tener en cuenta una serie de factores condicionantes como pueden ser:

- rendimiento actual del cultivo respecto a su rendimiento potencial.
- en caso de vender la cosecha desde la finca, precio actual y precios probables esperados.
- influencia del momento de la recolección sobre la calidad de la cosecha.
- condiciones tanto del terreno como climatológicas en el momento presente y previstas para el futuro inmediato.
- momento en que se quiere tener disponible la finca para el siguiente cultivo.

En ciertos casos, compensa el obtener menos cosecha por los precios más altos que se pueden sacar en un momento determinado.

Además del rendimiento, también la calidad de la cosecha se ve influida por un arranque efectuado cuando aún no está maduro el cultivo. La piel de un tubérculo inmaduro es más débil y las paredes de las células que están justo debajo de la epidermis son mucho más delgadas que en un tubérculo maduro. Este es el motivo por el que los tubérculos inmaduros sufren daños en la piel o se pelan.

En la producción de patata de siembra se acostumbra a hacer una recolección temprana o al menos destrucción de matas para evitar infecciones de virus, que suelen ocurrir durante la última parte del período de cultivo.

Otra de las razones para efectuar un arranque temprano pueden ser los ataques de mildiu, sobre todo si hay peligro de que afecte a los tubérculos.

Normalmente, el arranque temprano suele provocar más daños en la piel y un más fácil ataque por parte de ciertos patógenos como hongos y bacterias.

En la patata destinada a la industria del frito, el arranque temprano tiene otras consecuencias adicionales; durante el período de cultivo y como norma general, se puede decir que el contenido en materia seca de los tubérculos aumenta gradualmente, mientras que el contenido tanto en azúcares totales como en azúcares reductores decrece; teniendo en cuenta lo anterior, los tubérculos recogidos cuando aún están inmaduros tienden a tener un bajo contenido en materia seca, mientras que el contenido tanto de azúcares reductores como de no reductores es alto.

10.2. Destrucción de la vegetación

Cada vez es una práctica más corriente el cortar, arrancar, quemar o matar de alguna manera la parte aérea de la planta de patata, bien mecánicamente, bien con productos químicos, antes de la recolección.

El motivo por el que se destruye la vegetación es para facilitar la recolección y para permitir que la piel de los tubérculos se vaya endureciendo.

Especialmente si las patatas se van a recoger con cosechadora, las matas deben ser destruidas de 10 a 20 días antes de la recolección, dependiendo de la madurez del cultivo, de la cosechadora utilizada y de las condiciones que presumiblemente vaya a tener el suelo en el momento de la recolección.

Para reducir el pelado en un cultivo con tubérculos jóvenes e inmaduros, se necesita que transcurra un período de tiempo mayor entre la destrucción de la vegetación y la recolección que cuando se trata de recoger un cultivo en que la mayoría de los tubérculos son viejos y maduros. El proceso normal de maduración en sí mismo, independientemente de la muerte artificial de la planta, también tiene una influencia evidente en la reducción del pelado.

La destrucción de matas, especialmente cuando los tubérculos no están maduros, tiene una gran influencia en que los tubérculos se suelten de la planta por la zona del ombligo en el momento de la recolección.

Un período de 10 a 20 días entre destrucción de la vegetación y recolección es suficiente normalmente para que los tubérculos se suelten con facilidad, aunque hay un componente varietal y hay diferencias acusadas entre unas variedades y otras. Como durante este período los tubérculos pueden ser atacados por ciertos microorganismos (p.ej. *Rhizoctonia solani*) y por ciertas plagas (p.ej. palomilla), en ciertos casos ese período de 10-20 días entre muerte forzada de las plantas y recolección puede ser demasiado largo y en ese caso no se debe esperar tanto tiempo porque el daño producido puede ser mayor que el beneficio obtenido.

10.2.1. Métodos de destrucción de matas

El arranque de las plantas es uno de los mejores métodos de destrucción de matas ya que no se aplican productos químicos peligrosos, se facilita la recolección con cosechadora al estar sueltos los tubérculos y se disminuye el riesgo de infec-

ción de los tubérculos por *Rhizoctonia solani*; este método también tiene sus inconvenientes como es que el suelo que cubre los tubérculos puede ser retirado en parte al arrancar la planta, dejando al descubierto los tubérculos que posteriormente se ponen verdes.

La capacidad de trabajo de las máquinas arrancadoras de matas se va incrementando poco a poco y parece que no hay duda de que este tipo de máquinas se usará mucho más extensivamente en los próximos años, como ya se está haciendo en los países del centro de Europa.

El corte o batido de la planta, llamado por nosotros desbrozado, es una práctica más habitual que la anterior en este momento, especialmente en patata temprana y en casos donde las patatas no son recogidas con cosechadora.

El uso de productos químicos es otro de los métodos empleados para destruir las matas. Si el desarrollo o crecimiento de la parte aérea o vegetación es importante o bien el cultivo no está aún maduro, la aplicación de productos químicos se hace a veces en combinación con el desbrozado mecánico.

La destrucción química de las plantas es fácil de llevar a cabo y además es barata; sus inconvenientes son que estos productos químicos a menudo son venenosos y/o corrosivos y además algunos productos químicos pueden afectar al crecimiento del cultivo siguiente de la alternativa.

A veces, se destruye la vegetación en un momento en que hay peligro de que las plantas sean infectadas por *Phytophthora infestans* y sobre todo cuando ya están infectadas, para evitar que las esporas del hongo lleguen al suelo y se produzca el ataque de mildiu a los tubérculos.

En cuanto al control del ataque por parte de hongos a los tubérculos de plantas cuya parte aérea ya está afectada, el uso de productos químicos es más efectivo que el arranque de plantas ya que con los productos químicos no sólo se matan las plantas de patata sino también las malas hierbas.

Los mejores resultados de la quema de matas con productos químicos se obtienen cuando la humedad relativa es alta en el momento del tratamiento y por eso es recomendable hacerlo en las primeras horas de la mañana. Para hacer este tratamiento se requiere gran cantidad de agua, con un mínimo de 500 litros de agua por hectárea si ha habido un desbrozado previo o de 800-1.000 litros si no lo ha habido.

Aunque la gama de productos químicos disponibles para la destrucción de las plantas de patata es amplia: arsenito sódico, clorato sódico, DNOC (2,metil, 4-6 dinitrofenol) en aceite, DNBP (Dinoseb) en aceite, ácido sulfúrico, Dicuat (Reglone) y Paracuat (Gramoxone), son éstos dos últimos los más utilizados.

Tanto el Dicuat como el Paracuat son productos químicos menos peligrosos para el hombre y los animales que los otros mencionados y no son peligrosos para el cultivo siguiente, aunque en cultivos con mucho forraje o vegetación no siempre es suficiente con una sola aplicación.

10.2.2. Necrosis del ombligo y del anillo vascular

Después de la destrucción química de la vegetación y en menor medida después del arranque de matas puede aparecer una decoloración en el ombligo y en el anillo vascular de los tubérculos; esta decoloración es debida a necrosis.

Normalmente, la unión entre el tubérculo y la planta se debilita y tanto el ombligo como la zona del anillo vascular próxima al ombligo cambian de color, variando éste desde amarillo hasta marrón oscuro. En casos graves, todo el anillo vascular se decolora y el tubérculo empieza a pudrirse empezando por el ombligo, teniendo lugar durante el almacenaje una podredumbre seca (*ver foto 10.30*).

Este problema ocurre sobre todo cuando los productos químicos son aplicados en condiciones de poca humedad del terreno o con temperaturas altas, cuando las hojas están lacias o algo marchitas, debido al estrés hídrico que sufren. Para evitar esto lo aconsejable es no hacer el tratamiento durante las horas centrales del día, cuando el estrés de falta de agua en las plantas es mayor, sino hacerlo a última hora de la tarde o mejor aún a primera hora de la mañana. Incluso, podemos decir que lo mejor es no hacer el tratamiento hasta que el suelo esté completamente húmedo bien por la lluvia o bien porque se haya regado.

10.3. Recolección, transporte y almacenaje

La recolección de patatas incluye las siguientes operaciones:

- arranque
- recogida de los tubérculos
- separación de los tubérculos por una parte y de la tierra, terrones y piedras por otra.
- transporte, bien al mercado o bien al almacén para conservarlas.

El fin último de cada sistema de recolección es llevar los tubérculos desde la finca al almacén o al mercado con un coste lo más bajo posible y manteniendo al mínimo las pérdidas tanto de cantidad como de calidad (*ver fotos 10.31 y 10.32*).

El sistema de recolección a elegir depende de:

- coste de la maquinaria necesaria
- coste de la mano de obra necesaria
- cantidad de patatas a recolectar y tiempo disponible.
- tamaño, forma y situación orográfica de las fincas a recolectar.
- condiciones de clima y suelo.
- destino de las patatas (almacenaje, consumo inmediato, procesamiento industrial, etcétera).

10.3.1. Tiempo entre arranque y recogida

Si se van a recoger patatas en fincas con mucha humedad, puede ser conveniente dejar que los tubérculos se sequen durante algún tiempo después del arranque y antes de la recogida; si llueve durante la recolección debemos tener cuidado de no almacenar tubérculos muy mojados, pues se pueden pudrir en el almacén.

Al dejar durante algún tiempo los tubérculos sobre la tierra, su piel se endurece y la tierra que tienen adherida se seca. Sin embargo, no debemos pasarnos en la exposición de los tubérculos al aire y esta exposición, en caso de que sea necesaria, se debe limitar a unas pocas horas en caso de que esté nublado y a muy poco tiempo en caso de que esté despejado y brille el sol.

La exposición de los tubérculos a la luz del sol puede producir quemaduras, especialmente si los tubérculos no están maduros y tienen la piel fina o están pelados.

10.3.2. Daños durante el transporte y calibrado

Normalmente, tanto cuando se utilizan equipos descompuestos de recolección como cuando se utilizan cosechadoras, las patatas son cargadas, transportadas y almacenadas a granel.

El calibrado no se debiera hacer antes de que se produzca un cicatrizado de las heridas y un endurecimiento de la piel (*ver fotos 10.33 y 10.34*).

En ciertos casos, se recoge la patata en el campo y allí mismo se introduce en sacos; esta operación de ensacado se puede hacer manualmente, aunque también hay cosechadoras que ensacan la producción recogida. Para facilitar el manejo, los sacos no deben ser muy grandes; hasta hace poco tiempo lo normal era utilizar sacos de 50 kg pero ya se van imponiendo los sacos de menos peso.

Una vez arrancadas las patatas, son recogidas en cestos o recipientes de diferentes materiales como madera, caucho o plástico; hay que tener cuidado de no lanzar los tubérculos al recipiente desde una distancia grande, porque cada golpe es una herida que resta calidad a los tubérculos e incluso puede provocar su podredumbre en el almacén.

Los daños causados por hongos como el de bacterias suele ser mínimo por lo que la patata se conserva bien durante mucho tiempo a estas temperaturas.

Para evitar que el tubérculo pierda agua por evaporación tenemos que mantener la humedad relativa del aire por encima del 90%, ya que en un ambiente seco las pérdidas por evaporación son grandes y los tubérculos se ablandan o arrugan. Por el contrario, el tubérculo no debe estar humedecido o mojado durante la conservación porque en ese caso el riesgo de putrefacción es muy grande al favorecer la humedad la acción de todo tipo de patógenos además de estimular la germinación.

De lo dicho anteriormente se deduce que para un almacenamiento de larga duración la temperatura óptima está entre 2°C y 3°C y la humedad relativa alrededor de 90-93%.

Para la conservación de patata de consumo, además de tener en cuenta estos factores, para frenar la brotación se suele aplicar un producto inhibidor de la misma, de manera que en estas condiciones es posible conservar patata de consumo durante 7-8 meses.

En la conservación de patata de siembra es evidente que no se pueden utilizar productos antigermiñantes cuya acción es irreversible o inutilizaría la patata para su uso como semilla. Las patatas de siembra, sobre todo si han de ser plantadas en abril o mayo, deben ser conservadas a una temperatura de 3°C-4°C, resultando así que en abril están en unas condiciones óptimas de plantación.

Está demostrado que en las patatas almacenadas a las temperaturas citadas hasta ahora de 3°C-5°C aumenta el contenido en azúcares reductores del tubérculo, a estos azúcares reductores se debe principalmente el color oscuro de las patatas fritas tanto french fries como chips, por lo que las patatas que se van a destinar a la preparación de estos productos deben ser conservadas a una temperatura más alta, entre 7°C y 10°C.

C A P Í T U L O 11

Almacenaje

Un tubérculo de patata es una parte viva del tallo que contiene gran cantidad de agua. Como todo ser vivo el tubérculo respira es decir consume el oxígeno necesario en las reacciones químicas que se producen en su interior. A temperaturas entre 3°C y 5°C la respiración del tubérculo es muy débil y además a estas temperaturas tanto el desarrollo de hongos como el de bacterias suele ser mínimo por lo que la patata se conserva bien durante mucho tiempo a estas temperaturas.

Para evitar que el tubérculo pierda agua por evaporación tenemos que mantener la humedad relativa del aire por encima del 90% ya que en un ambiente seco las pérdidas por evaporación son grandes y los tubérculos se ablandan o arrugan. Por el contrario, el tubérculo no debe estar humedecido o mojado durante la conservación porque en ese caso el riesgo de putrefacción es muy grande al favorecer la humedad la acción de todo tipo de patógenos además de estimular la germinación.

De lo dicho anteriormente se deduce que para un almacenaje de larga duración la temperatura óptima está entre 3°C y 5°C y la humedad relativa alrededor de 90-93%.

Para la conservación de patata de consumo, además de tener en cuenta estos factores, para frenar la brotación se suele aplicar un producto inhibidor de la misma, de manera que en estas condiciones es posible conservar patata de consumo durante 7-8 meses.

En la conservación de patata de siembra es evidente que no se pueden utilizar productos antigerminantes cuya acción es irreversible e inutilizaría la patata para su uso como semilla. Las patatas de siembra, sobre todo si han de ser plantadas en abril o mayo, deben ser conservadas a una temperatura de 3°C-4°C, resultando así que en abril están en unas condiciones óptimas de plantación.

Está demostrado que en las patatas almacenas a las temperaturas citadas hasta ahora de 3°C-5°C aumenta el contenido en azúcares reductores del tubérculo; a estos azúcares reductores se debe principalmente el color oscuro de las patatas fritas tanto french fries como chips, por lo que las patatas que se van a destinar a la preparación de estos productos deben ser conservadas a una temperatura más alta, entre 7°C y 10°C.

Como se ve, la temperatura de conservación tiene que adaptarse por completo al destino del producto.

11.1. Requisitos para hacer un buen almacenaje

Las condiciones para hacer un buen almacenaje de patatas, ya sea éste de corta o de larga duración, deben ser tales que:

- las pérdidas por evaporación, respiración, brotación y producción de enfermedades por ataque de hongos y bacterias sean mantenidas al mínimo.
- los tubérculos sean llevados a o mantenidos en un estado fisiológico adecuado.
- la composición química de los tubérculos sea mantenida en una calidad determinada; este requisito es mucho más importante en la patata destinada a ser procesada industrialmente.

Para almacenar patata correctamente, además de hacer todas las labores y tratamientos necesarios durante el cultivo, se deben seguir los siguientes consejos:

- efectuar la recolección con tierra húmeda.
- no arrancar, cargar ni almacenar patatas con lluvia.
- procurar no arrancar con temperaturas altas ni a menos de 8°C.
- arrancar cuando los tubérculos estén maduros.
- no utilizar máquinas arrancadoras que sacudan las patatas.
- en la máquina arrancadora, la patata debe ir protegida por tierra en los primeros tramos de las cintas elevadoras.
- cuando carguemos remolques o camiones, utilizar una rampa de goma u otros materiales amortiguadores.
- no dejar las patatas expuestas al sol.
- evitar caídas bruscas de los tubérculos de más de 30 cm de altura.
- almacenar patata seca, sin tierra, sana y completamente curada.
- evitar la iluminación en el almacén para que no se produzca verdeo en los tubérculos.
- no apilar a más de 3,5 metros de altura.

11.1.1. Pérdidas

11.1.1.1. Pérdidas por evaporación

La composición del tubérculo de patata incluye alrededor de un 80% de agua. La mayor parte del peso que se pierde durante el almacenaje es agua. Estas pérdidas no se reducen solamente a una merma en el peso sino que también hay una merma de la calidad.

El agua de composición de los tubérculos de patata se evapora a través de la piel, de las heridas o de los brotes, siendo la cantidad perdida a través de heridas o brotes mucho mayor que la perdida a través de la piel y más todavía si la piel está bien hecha o madura.

La cantidad de agua perdida por unidad de superficie a través de la piel, heridas y brotes, por dar unas cifras orientativas, se puede decir que guarda unas proporciones de 1:300:100.

La evaporación es relativamente alta si las patatas están dañadas, con heridas, peladas o almacenadas sin que se haya producido un proceso de cicatrización, así como cuando los tubérculos están brotados.

La ventilación con aire conteniendo baja humedad relativa acelera la respiración. Cuanto más grandes sean los ventiladores, actuando al mismo número de revoluciones por minuto, más corto habrá de ser el tiempo de ventilación.

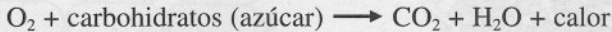
Las pérdidas de agua por evaporación se pueden reducir de las siguientes maneras:

- favoreciendo el endurecimiento de la piel en los cultivos que se vayan a recolectar cuando aún no están maduros.
- haciendo la recolección cuando el cultivo está maduro.
- evitando las heridas y el pelado de los tubérculos.
- permitiendo que curen las patatas o cicatricen las heridas antes de bajar la temperatura del almacén por debajo de 15°C.
- evitando la brotación.
- ventilando con aire que contenga una alta humedad relativa.
- reduciendo el tiempo de ventilación.

11.1.1.2. Pérdidas por respiración

Partiendo del hecho de que un tubérculo de patata es un organismo vivo, se comprende que dicho tubérculo sufre unos procesos de respiración.

En el proceso, el oxígeno que está en la atmósfera que envuelve al tubérculo es absorbido y junto con los azúcares o carbohidratos que tiene el tubérculo son transformados en anhídrido carbónico y agua.



El anhídrido carbónico es expulsado al aire que rodea al tubérculo y como se ve en la fórmula, en este proceso se produce humedad y calor. El nivel de respiración y por lo tanto la producción de anhídrido carbónico y calor depende fundamentalmente de la temperatura de los tubérculos y en menor medida de su contenido en azúcar y de las heridas que tengan los mismos.

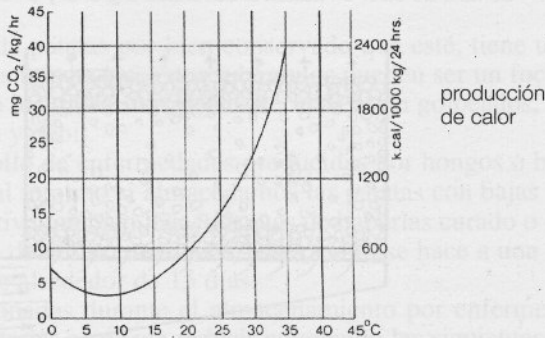


Fig. 19. Respiración y producción de calor a diferentes temperaturas de almacenaje. OPHUIS 1955.

Los tubérculos inmaduros, dañados o empezando a brotar tienen un nivel de respiración mayor que los maduros, sanos y en estado de latencia.

Cuando en un montón de patatas se produce más calor del que se extrae, evidentemente se calienta la pila; ésto ocurre por ejemplo cuando la temperatura del aire es relativamente alta, la respiración de las patatas es alta y hay muy poca ventilación o incluso no la hay en el interior de las pilas de patatas.

Algunos autores estiman que se produce un sobrecalentamiento de la pila cuando se almacenan patatas sin ventilación forzada a más de 1,80 metros de altura y a una temperatura ambiente de 25°C o bien en una pila de más de 3,50 metros de altura a una temperatura ambiente de 20°C.

Para mantener bajo el nivel de respiración, lo normal es mantener baja, entre 4°C y 8°C, la temperatura del almacén; para conseguir ésto se necesita aire frío, no solo para bajar la temperatura de los tubérculos sino para extraer el calor producido en los procesos de respiración.

Para evitar la falta de oxígeno, que provoca un ennegrecimiento en el tejido del centro de los tubérculos, el anhídrido carbónico producido debe ser extraído y reemplazado por oxígeno, lo que supone que el aire que rodea los tubérculos de patata debe ser sustituido por aire fresco de vez en cuando.

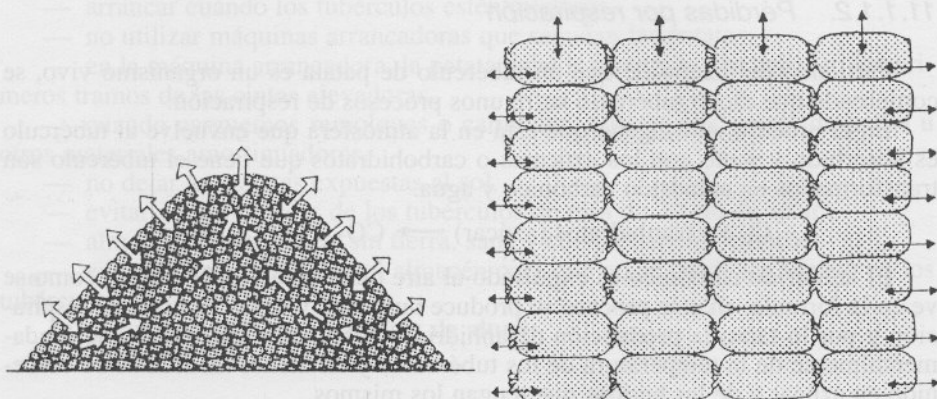


Fig. 20. Cambio de calor en patata almacenada a granel y en sacos.(BEUKEMA 1979)

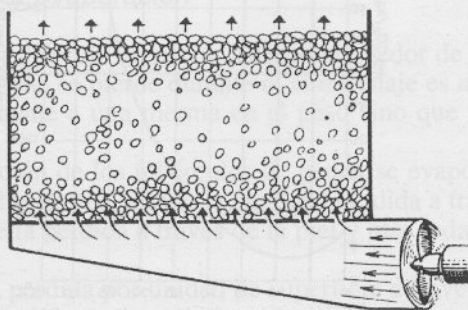


Fig. 21. Cambio de calor en patata almacenada con ventilación forzada.(BEUKEMA 1979)

11.1.1.3. Pérdidas por el crecimiento de brotes

El crecimiento de brotes provoca grandes pérdidas de agua por evaporación, por aumento de la respiración y por el uso de carbohidratos. Para evitar o al menos reducir el crecimiento de los brotes después de transcurrido el período de latencia, la mejor temperatura de almacenaje es de 3°C-4°C.

Si la temperatura de conservación tiene que ser mayor, porque la patata vaya a ser procesada para frito bien en french fries bien en chips, se deben utilizar productos químicos que inhiben la germinación también llamados antigerminantes. La humedad también favorece el crecimiento de los brotes.

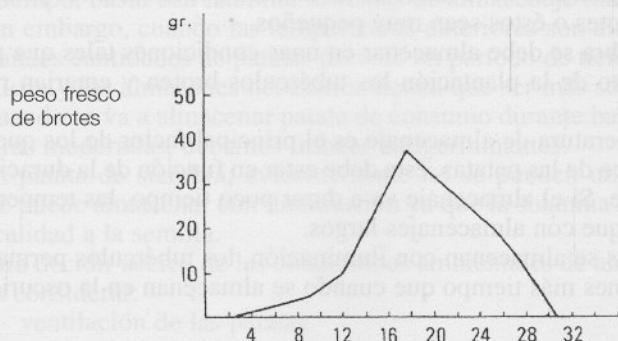


Fig. 22. Influencia de la temperatura sobre el crecimiento de los brotes. HOGETOP 1930.

El crecimiento de los brotes en los tubérculos de patata es evitado o reducido por:

- el almacenaje a baja temperatura.
- el almacenaje en condiciones de baja humedad relativa.
- el uso de antigerminantes
- la exposición de los tubérculos a la luz.

11.1.1.4. Pérdidas por ataque de hongos y bacterias

Cualquier montón de patatas por bien conservado que esté, tiene un pequeño porcentaje de tubérculos infectados; estos tubérculos pueden ser un foco de infección, sobre todo cuando los tubérculos tienen heridas, están golpeados, están pelados o tienen la piel fina y débil.

El avance o desarrollo de enfermedades producidas por hongos o bacterias en un almacén, se reduce al mínimo si almacenamos las patatas con bajas temperaturas y una humedad relativa también baja, después de haberlas curado o cicatrizado al principio del período de almacenamiento; este curado se hace a una temperatura de unos 15°C durante alrededor de 15 días.

Las pérdidas ocasionadas durante el almacenamiento por enfermedades producidas por virus y bacterias se puede reducir adoptando las siguientes medidas:

- almacenar las patatas lo más secas posibles.
- no meter en el almacén patatas mojadas por lluvia.

- sacar humedad de la pila mediante ventilación tan pronto como sea posible, después de almacenar las patatas.
- evitar en lo posible los golpes, heridas y daños en la piel de los tubérculos.
- favorecer el curado o cicatrización de las heridas y el endurecimiento de la piel.
- después del curado, almacenar las patatas con baja temperatura.

11.1.2. Mantenimiento del estado fisiológico adecuado

El almacenaje de patata se debe hacer de tal manera que al sacar las patatas del almacén no tengan brotes o éstos sean muy pequeños.

La patata de siembra se debe almacenar en unas condiciones tales que permitan que en el momento de la plantación los tubérculos broten y emerjan rápidamente.

Dado que la temperatura de almacenaje es el principal factor de los que afectan al estado fisiológico de las patatas, ésta debe estar en función de la duración del período de almacenaje. Si el almacenaje va a durar poco tiempo, las temperaturas pueden ser más altas que con almacenajes largos.

Cuando las patatas se almacenan con iluminación, los tubérculos permanecen fisiológicamente jóvenes más tiempo que cuando se almacenan en la oscuridad.

11.1.3. Mantenimiento de la composición química

Durante el almacenaje, el almidón es convertido en azúcar y viceversa. Estas conversiones son procesos controlados por ciertas enzimas, cuyo modo de acción se ve afectado en gran medida por la temperatura. Los azúcares también son transformados en los procesos de respiración; esta reacción que se produce en la respiración, también está controlada por la temperatura.

En los tubérculos almacenados a baja temperatura se produce una acumulación de azúcares, por lo que las patatas pueden adquirir un sabor dulce, que se puede notar en la patata de consumo, pero que invalida estos tubérculos para ser procesados por la industria del frito. Este es el motivo por el que la patata destinada a ser procesada industrialmente para su transformación en french fries debe ser almacenada como mínimo a 7°C-8°C y la patata destinada a ser transformada en chips o críps debe ser almacenada a 9°C-10°C como mínimo.

La industria transformadora, en determinados casos, utiliza un proceso denominado "reacondicionamiento", que consiste en incentivar o favorecer la respiración, almacenando los tubérculos durante unos 15 días a una temperatura de entre 15°C y 20°C; en esta respiración se consumen azúcares, con lo que su nivel disminuye en los tubérculos.

Este proceso de reacondicionamiento no siempre da buenos resultados y hay variedades que son más susceptibles que otras de ser recuperadas para su transformación industrial, mediante esta práctica.

La temperatura de almacenaje también influye sobre la susceptibilidad a que aparezcan manchas negras en el interior de los tubérculos o a los daños por golpeo en los mismos; respecto a estos dos problemas citados, las patatas almacenadas a

bajas temperaturas son más sensibles que las almacenadas a temperaturas más altas, incluso cuando las primeras son calentadas o se sube su temperatura hasta los 15°C-18°C que es la temperatura ideal en que se debe efectuar la manipulación de las patatas.

11.2. Factores que influyen en el almacenaje

En las zonas donde las temperaturas exteriores son moderadas o bajas y se van a almacenar cantidades relativamente pequeñas de patatas durante un período corto de tiempo, basta con habilitar sistemas de almacenaje más bien sencillos.

Sin embargo, cuando las temperaturas exteriores son altas y se van a almacenar grandes cantidades de patatas durante un período de tiempo largo, las cosas se complican y los almacenes necesarios tienen que ser más sofisticados.

Cuando se va a almacenar patata de consumo durante bastante tiempo y a temperaturas moderadas, debemos utilizar antigerminantes.

En patata de siembra, evidentemente no se pueden utilizar antigerminantes, pero se puede almacenar con iluminación ya que la solanina formada con la luz, no resta calidad a la semilla.

Para decidir acerca de las condiciones ambientales de almacenaje óptimas, debemos considerar:

- ventilación de las patatas.
- temperatura de las patatas.
- humedad en las patatas y humedad relativa del aire.
- duración del almacenaje.
- almacenaje con iluminación o en oscuridad.
- capacidad del almacén.

11.2.1. Ventilación

La ventilación de las patatas es necesaria para extraer del montón: calor, agua y anhídrido carbónico y también para suministrar oxígeno.

La ventilación se puede hacer por el movimiento natural del aire debido a las corrientes de convección o bien por corrientes de aire forzado mediante ventiladores.

11.2.1.1. Ventilación natural

Tanto las patatas almacenadas en pila o montón como las apiladas en sacos producen calor. A menos que haya un intercambio de calor con el aire que rodea la pila, la temperatura de las patatas va aumentando.

La cantidad de calor cambiado depende por una parte de la velocidad del aire en las inmediaciones de la superficie de los tubérculos y por otra, de la diferencia de temperatura entre las patatas y el aire que las rodea.

Dado que la evaporación de agua de la superficie de los tubérculos produce frío, la humedad relativa del aire también influye en el enfriamiento de los tubérculos.

El intercambio de calor es bajo cuando se dan las circunstancias siguientes:

- la temperatura del aire ambiente está próxima a la temperatura de los tubérculos.
- la pila o montón es de gran tamaño.
- las patatas están en sacos que ofrecen gran resistencia al paso del aire.
- la pila está cubierta con algún material resistente al paso del aire, como pueden ser paja, lona, plástico, etcétera.

Se pueden usar diferentes métodos para mejorar el movimiento natural del aire y el intercambio de calor; uno de ellos es apilar la patata sobre un suelo enrejillado debajo del cual pueda moverse el aire libremente; otro método es colocar conductos de aire con rendijas o agujeros, de sección bien triangular, bien circular, bajo el montón.

Cuando se almacenan patatas en sacos, éstos se deben apilar en filas, dejando un espacio entre las filas y no se deben apilar a mucha altura.

Dado que la ventilación natural tiene un efecto limitado, para obtener unos mejores resultados, las partidas o montones se pueden subdividir en unidades menores lo que implica que los montones deben ser más pequeños y se necesitará más espacio para almacenar las mismas patatas.

11.2.1.2. Ventilación forzada

Cuando se usa ventilación forzada, el movimiento del aire es producido por un ventilador que hace que la corriente de aire pasa a través de las patatas ya estén éstas a granel, en cajones o en sacos; se debe buscar que dentro de lo posible, para que la ventilación esté no solo bien diseñada sino también bien ejecutada, cada tubérculo sea ventilado por la misma cantidad de aire, a través de una distribución uniforme del mismo.

Tanto el tamaño del ventilador como el diseño de los conductos se deben ajustar a la velocidad y a la distribución requeridas para el aire.

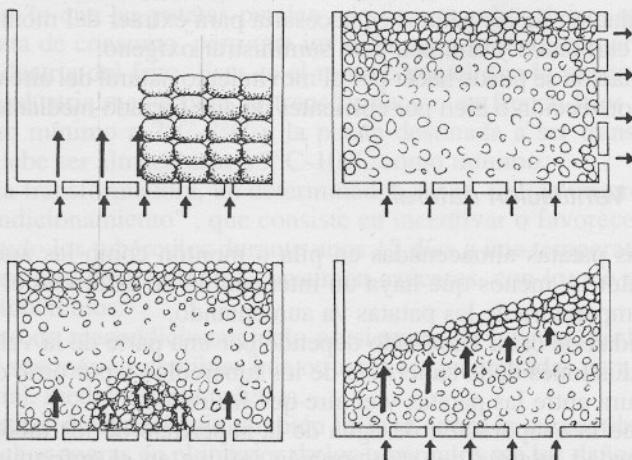


Fig. 23. Sistemas de ventilación forzada defectuosos. BEUKEMA 1979.

La cantidad de aire movido o nivel de ventilación depende de la disponibilidad y de la calidad del aire frío utilizado, así como de la capacidad de secado necesaria. La refrigeración con velocidad de aire alta es más efectiva que enfriar con velocidad del aire baja.

Es necesario que la velocidad del aire sea uniforme a través de la pila para que todas las patatas sean enfriadas o secadas al mismo nivel; lo anterior solo es posible si la resistencia que se opone al paso del aire es también uniforme.

Las patatas se pueden almacenar a granel hasta una altura de unos 4 metros si el almacén está equipado con un buen sistema de distribución de aire y un ventilador de suficiente capacidad, pero si se almacenan en sacos, que ofrecen mayor resistencia al paso del aire, normalmente éstos son apilados a menor altura.

Los sistemas de ventilación forzada se usan en almacenes enfriados con aire frío del exterior y/o con equipos de refrigeración.

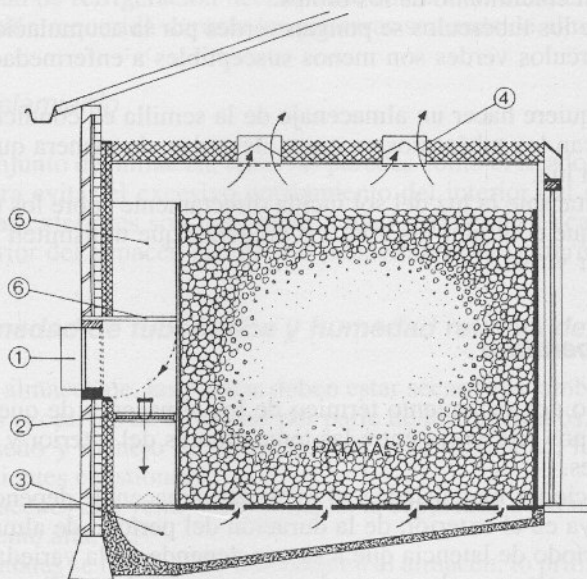


Fig. 24. Diseño de almacén de patatas. IBVL

1. Regulador de entrada de aire exterior
2. Ventilador
3. Conducto subterráneo de aire
4. Persianas para salida de aire por el techo
5. Canal para recirculación de aire cuando está cerrado el regulador de entrada.
6. El regulador está en posición horizontal cuando se está ventilando con aire exterior.

11.2.2. Iluminación

La patata de consumo, ya sea para consumo en fresco o procesada industrialmente, se debe mantener fuera del alcance de la luz; el color verde que adquieren los tubérculos por efecto de la luz deprecian totalmente la producción.

La exposición de los tubérculos de patata de siembra a la luz durante el almacenaje no solamente no perjudica, sino que normalmente tiene un efecto favorable sobre la calidad de la semilla, especialmente cuando la temperatura de almacenaje es relativamente alta (por encima de 8°C-10°C) y el período de almacenaje es relativamente largo (más de 3-4 meses).

La iluminación influye sobre el estado fisiológico de la patata de siembra, sobre el crecimiento de los brotes y sobre la susceptibilidad a enfermedades producidas por hongos.

Los efectos de la iluminación son:

- retrasa el envejecimiento fisiológico de los tubérculos ya que se producen menos pérdidas por los brotes.
- puede rejuvenecer algo a los tubérculos que ya son viejos fisiológicamente hablando.
- reduce el crecimiento de los brotes.
- hace que los tubérculos se pongan verdes por la acumulación de solanina.
- los tubérculos verdes son menos susceptibles a enfermedades producidas por hongos.

Cuando se quiere hacer un almacenaje de la semilla en condiciones de iluminación, se colocan los tubérculos en capas delgadas, de manera que todos los tubérculos reciban luz.

Hay que evitar que la luz del sol incida directamente sobre los tubérculos; por otra parte, hay que controlar los áfidos o pulgones que transmiten las enfermedades causadas por virus.

11.2.3. Temperatura

Dependiendo del aislamiento térmico de los almacenes de que dispongamos, habrá más o menos diferencia entre las temperaturas del interior y del exterior de dichos almacenes.

En construcciones mal aisladas, el éxito del almacenaje dependerá de la temperatura que haya en el exterior, de la duración del período de almacenaje y de la duración del período de latencia que a su vez depende de la variedad.

Para enfriar patatas en almacenes de gran capacidad se utiliza aire frío del exterior y/o equipos de refrigeración.

11.2.3.1. Ventilación con aire exterior

En almacenes bien aislados, donde solo se permite la entrada de aire exterior cuando las temperaturas exteriores son bajas, se pueden mantener en el interior del almacén temperaturas próximas a las exteriores.

Las características de la temperatura ambiente de la zona geográfica en que esté situado el almacén nos sirve para decidir si la ventilación por aire exterior puede ser efectiva o no.

Además de la temperatura media de las mínimas hay que conocer las temperaturas máximas y mínimas absolutas y también cuantas horas diarias de ventilación con aire exterior son posibles.

11.2.3.2. Refrigeración

Si las temperaturas exteriores son altas, no hay suficiente aire frío en el exterior y se debe utilizar aire refrigerado.

En los almacenes refrigerados, la patata se debe poner en montones pequeños o bien aplicar ventilación forzada. En este segundo caso, se utiliza el mismo sistema de conducción de aire que hemos descrito para el caso de ventilación con aire exterior, pero ahora tenemos un circuito cerrado en el que el aire es recirculado y pasa a través de unos serpentines que lo enfrían.

Para tener suficiente suministro de oxígeno y eliminar el anhídrido carbónico, de vez en cuando se mete aire exterior; se estima que las necesidades de aire exterior oxigenado son de unos 5 metros cúbicos de aire fresco por tonelada de patata almacenada y por día.

La capacidad de refrigeración necesaria se calcula normalmente sobre la base de la refrigeración requerida durante las primeras semanas de almacenaje.

11.2.3.3. Aislamiento

Todo el conjunto del almacén, tanto las paredes como el tejado deben estar aislados, tanto para evitar el excesivo enfriamiento del interior del almacén cuando las temperaturas exteriores son muy bajas, como para evitar el calentamiento excesivo del interior del almacén cuando las temperaturas del exterior son altas.

11.2.4. Humedad de tubérculos y humedad relativa del aire

Durante el almacenaje, las patatas deben estar secas pero también hay que evitar las pérdidas excesivas de humedad por parte de los tubérculos.

Para el diseño y manejo de almacenes de gran capacidad, hay que tener en cuenta las siguientes cuestiones:

- en almacenes con ventilación forzada, la capacidad de ventilación debe ser lo suficientemente alta.
- si las patatas se han metido húmedas en el almacén, lo primero que hay que hacer es secarlas.
- se debe ventilar lo imprescindible ya que muchas horas de ventilación producen pérdidas de agua excesivas.
- una vez que se han secado las patatas, la ventilación para bajar la temperatura interior se debe reducir al mínimo.
- la temperatura del aire utilizado para enfriar las patatas, en el caso de utilizar aire exterior, debe ser considerablemente menor que la temperatura de las patatas.
- la diferencia entre la temperatura de almacenaje y la temperatura del aire que sale del evaporador, en el caso de utilizar refrigeración, no debe ser muy grande.

11.2.5. Capacidad de almacenaje

La capacidad de un almacén de patatas depende evidentemente de sus dimensiones por una parte y por otra tanto del sistema como de la altura de almacenaje.

El método de conservación de las patatas en un almacén dado depende de:

- calidad de los tubérculos en cuanto a curado de la piel, heridas, podredumbres, etcétera.
- duración del período de almacenaje.
- temperatura a la que se debe mantener el almacén.
- método de almacenaje, ya sea en pila, en cajones, en celdas, en sacos, etc.
- método de ventilación, ya sea ésta natural o forzada.

El encargado del almacén debe decidir todo lo referente a la forma de hacer el almacenaje en función de las circunstancias de cada caso.

Las cuestiones más importantes a tener en cuenta son:

- cómo efectuar el llenado del almacén de manera que se ocupe con patatas el máximo espacio y se desperdicie el menor espacio posible.
- cómo reducir al mínimo el riesgo de pérdidas.
- cómo efectuar el almacenamiento al mínimo coste posible.

Si disponemos de un almacén equipado con ventilación forzada, las patatas se pueden almacenar a granel o en sacos apilados hasta una altura de 3-4 metros y a la altura que queramos si almacenamos en cajones.

Almacenando a granel, la capacidad es de unos 700 kg de patata por metro cúbico útil de almacén, mientras que si se almacena en sacos apilados, la capacidad es de alrededor de 550 kg por metro cúbico útil.

En almacenes que dispongan solamente de ventilación natural, la altura que se puede alcanzar tanto a granel como en sacos debe ser bastante menor; los montones o pilas de patatas se deben hacer más pequeños y los sacos se deben apilar en filas de dos sacos de anchura, dejando un espacio de 30-40 cm entre las filas. De esta última manera no se pueden almacenar más que alrededor de 400-450 kg de patatas por metro cúbico de almacén disponible.

11.3. Preparación de la patata

Antes de la venta, tanto para siembra como para consumo, las patatas deben ser clasificadas por tamaños, siendo también necesario eliminar los tubérculos enfermos, deformes o heridos.

Antes de proceder a la clasificación de los tubérculos se debería elevar la temperatura de los mismos hasta unos 12°C para evitar decoloraciones internas y una mayor sensibilidad a los golpes.

Para la clasificación en tamaños se utilizan máquinas calibradoras, pero sin embargo, lo que exige más trabajo es la eliminación de los tubérculos defectuosos. A tal efecto, las patatas se hacen pasar por un transportador de rodillos que haciendo girar los tubérculos lentamente sobre su eje longitudinal permite observarlos por todos los lados. Estos transportadores de rodillos hacen las veces de mesa de inspección donde se van retirando los tubérculos no comerciales.

En las explotaciones agrícolas productoras de patata de siembra y en algunas de las productoras de patata de consumo, los mismos agricultores efectúan el calibrado y selección; en otros casos, los agricultores dejan estos trabajos en manos de la cooperativa o comerciante al que venden sus patatas.

Producción de semilla

La producción de patata de siembra en España está regulada por la Ley 11/1971 de 30 de Marzo de 1971, de Semillas y Plantas de Vivero (BOE de 1 de Abril de 1971), por el Decreto 3.767/1972 de 23 de Diciembre por el que se aprueba el Reglamento General sobre producción de Semillas y Plantas de Vivero (BOE de 12 de Febrero de 1973), por la Orden de 23 de Mayo de 1986 por la que se aprueba el Reglamento General Técnico de Control y Certificación de Semillas y Plantas de Vivero (BOE de 6 de Junio de 1986) y por la Orden de 24 de Mayo de 1989 por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Patata de Siembra (BOE de 6 de Junio de 1989).

Aunque la legislación citada en el párrafo anterior es la básica, ésta se ha visto modificada parcialmente en algunos aspectos con el paso del tiempo.

En la actualidad, las competencias sobre el control de la producción de la patata de siembra están en manos de las Comunidades Autónomas (*ver fotos 12.35 y 12.36*).

El fin último del proceso de producción de semilla es el de suministrar al productor de patata de consumo, patata de siembra de calidad producida con el menor coste posible.

En una explotación dedicada a la producción de patata de siembra, el agricultor debería tener los siguientes objetivos:

- producir semilla de buena calidad en cuanto a: tamaño, estado fisiológico, estado de conservación, etcétera.
- producir semilla libre de enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos.
- tener la semilla disponible para ser comercializada cuando el mercado lo demande.
- producir a precios competitivos.
- producir las variedades que más demanda el mercado.

En realidad, el agricultor español productor de patata de siembra, solo puede actuar sobre los dos primeros puntos y en parte sobre el tercero ya que la legislación española es paternalista y obliga al agricultor a estar integrado en las llama-

das "entidades productoras" que son quienes únicamente tienen autorización administrativa para producir la patata de siembra en España.

En el pasado, cuando los agricultores no disponían de almacenes, ni de maquinaria, ni en muchos casos de los conocimientos necesarios para producir una semilla de calidad y además había un control muy riguroso por parte del Estado en las importaciones de semilla que se hacían, teniéndose que realizar éstas a través de estas entidades autorizadas obligatoriamente, se podía entender el papel que jugaban las entidades productoras en el proceso de producción de patata de siembra.

Actualmente, la mayoría de los agricultores no solamente disponen de la infraestructura necesaria para producir la patata, sino que realizan todos los trabajos y corren con todos los riesgos del cultivo. Las llamadas entidades productoras se limitan en la mayoría de los casos a importar la semilla que se va a multiplicar, operación que ahora mismo puede hacer cualquiera, y a comercializar la semilla multiplicada.

El que el agricultor que produce la patata de siembra tenga que comercializarla "obligatoriamente" a través de las entidades productoras significa por una parte que este agricultor tiene que sostener y financiar económicamente a estas empresas con lo que supone de merma en sus ingresos y por otra parte que la patata de siembra producida en España llega al consumidor final, es decir al productor de patata de consumo, a un precio más alto del que llegaría si no hubiera esos gastos desde nuestro punto de vista innecesarios en la cuantía actual debido al poco volumen manejado por cada entidad productora que cuenta con su gerente, personal de administración, personal de campo e instalaciones infrautilizados (*ver foto 12.37*).

Es indudable que la asociación para comercializar lo producido es ventajoso en la mayoría de los casos, pero no se comprende que en los tiempos que vivimos, donde en toda Europa se produce y se comercializa libremente, la Administración española obligue a comercializar un producto como la patata de siembra producida en España a través de una empresa determinada.

En comparación con otros cultivos, la producción de patata de siembra es más complicada y mucho más arriesgada. El agricultor debe tener en cuenta una serie de consideraciones como son:

- semilla de la que se parte
- tasa de multiplicación
- enfermedades transmitidas por la semilla
- contaminación en campo y degeneración de la semilla
- estado fisiológico
- calidad y cantidad de semilla a producir
- manejo de la explotación

12.1. Categorías y clases de patata de siembra

Las diferentes categorías y clases que se citan a continuación son las que se pueden encontrar en el mercado, en unos casos en semilla producida en España y en otros en semilla importada.

Categoría	Clase
Prebase	G-0
	G-1
	G-2
	G-3
	G-4
	G-5
	G-6
Base	G-7
	SE
	SE1
	SE2
	SE3
	E
	E1
	E2
	AA
	CEE1
Certificada	CEE2
	CEE3
	A
	B
	C

12.2. Semilla o material de partida

En España, en este momento no hay lo que internacionalmente se entiende como productores seleccionadores de patata de siembra, sino que la mayoría de las denominadas entidades productoras españolas se limitan a multiplicar un material que se importa de otros países europeos en un porcentaje muy elevado; en las últimas campañas lo importado sobrepasa el 90% de lo utilizado.

La semilla, tanto la importada como la pequeña cantidad de semilla nacional que se utiliza, es suministrada por las entidades productoras a sus agricultores.

12.3. Tasa de multiplicación

Se entiende por tasa de multiplicación el número de kg de semilla obtenida por cada kg de semilla plantado. En España y dependiendo de variedades y años, normalmente, la tasa de multiplicación está comprendida entre 7 y 11. Hay que buscar que esta tasa de multiplicación sea lo más alta posible.

Las medidas que se tomen para mejorar el rendimiento como pueden ser: regar, mejorar la fertilidad del suelo, operaciones de cultivo, tratamientos fitosanitarios, etc., normalmente también contribuyen a la mejora de la tasa de multiplicación, aunque no siempre es así, ya que se pueden obtener producciones muy altas con un rendimiento bajo de semilla útil al obtener tubérculos demasiado gordos.

Otras medidas que se pueden tomar para mejorar la tasa de multiplicación son:

— producción de un gran número de brotes por tubérculo plantado y por lo tanto un gran número de tallos por planta.

- sembrar con densidades de plantación bajas.
- troceado de la semilla.
- utilización de métodos de multiplicación rápida como el cultivo de meristemos.

Como la siembra con densidades de plantación bajas produce un rendimiento menor del cultivo, esta medida se aplica solamente cuando hay que multiplicar en el menor tiempo posible semilla de alta calidad como puede ser la semilla de pre-base y en menor medida la semilla de base.

La multiplicación rápida por cultivo de meristemos o vitroplantas produce unas tasas de multiplicación muy altas pero hay que tener en cuenta que se necesitan muchos recursos y mano de obra y si la plantación se hace al aire libre, se requiere que el terreno esté en condiciones óptimas; también hay que tener en cuenta la importancia de la planificación porque es preciso saber la cantidad de semilla que se necesita mucho tiempo antes de efectuar la plantación para realizar los cortes de los meristemos.

12.4. Enfermedades transmitidas por la semilla

En el cultivo de patata se sabe que muchas enfermedades producidas por hongos, bacterias, nematodos y virus son transmitidas por la semilla. Muchos de estos organismos permanecen en el suelo una vez que se han introducido y una infestación muy baja se puede disparar rápidamente si no se toman las medidas adecuadas.

Por no ser cuidadoso con la sanidad de la semilla utilizada se puede introducir y propagar una enfermedad no solo en una zona sino en el país entero que luego va a ser muy difícil de erradicar (*ver foto 12.38*).

Hay una serie de enfermedades que son mucho más peligrosas que otras bien porque el país está libre de ellas o bien porque aunque existan en algunas fincas o zonas determinadas, su extensión a zonas más amplias causaría graves problemas al cultivo; éstas son las denominadas enfermedades de cuarentena.

Según el Anexo I de la Directiva 77/93/CEE del Consejo relativa a las medidas de protección contra la introducción en la Comunidad de organismos nocivos para los vegetales o productos vegetales y contra su propagación en el interior de la Comunidad, los organismos nocivos cuya introducción y propagación deben prohibirse en todos los estados miembros y que afectan a patata son además de diferentes virus y organismos afines de la patata:

<i>Nombre común</i>	<i>Agente causal</i>
Nematodo del quiste	<i>Globodera rostochensis</i> y <i>Globodera pallida</i>
Podredumbre anular	<i>Clavibacter michiganensis</i> ssp. <i>sepedonicus</i>
Sarna verrugosa	<i>Synchytrium endobioticum</i>
Tubérculo ahusado	Viroide PSTV (Potato spindle tuber viroid)

En el Anexo II de la misma Directiva se establecen los organismos nocivos cuya introducción y propagación deben prohibirse en todos los estados miembros si se presentan en tubérculos de patata:

<i>Nombre común</i>	<i>Agente causal</i>
Punta morada	<i>Micoplasma Stolbur</i>
Nematodo de la podredumbre	<i>Ditylenchus destructor</i>
Marchitez bacteriana	<i>Pseudomonas solanacearum</i>
Marchitez apical o necrosis de los brotes	Virus TSWV (Tomato spotted wilt virus)

La mayoría de estas enfermedades no existen en España pero si se detectasen deben ser comunicadas inmediatamente a la Administración competente en cada caso, para su control.

Evidentemente, la semilla que utilicemos debe estar libre de las enfermedades de cuarentena y en el resto de enfermedades hay unas tolerancias establecidas en la legislación.

12.5. Degeneración de la semilla

Es bien sabido que después de una o más generaciones, una buena semilla puede degenerar de tal manera que su capacidad de producción disminuye de forma muy acusada.

La llamada degeneración de la semilla se puede producir por dos causas.

- procesos fisiológicos.
- enfermedades producidas por virus.

12.5.1. Degeneración fisiológica

A veces, si durante el período de cultivo se dan temperaturas muy altas, la semilla obtenida puede ser blanda y poco consistente. Una adecuada conservación en montones pequeños o capas delgadas, con baja temperatura y alta humedad relativa puede reducir los efectos de esta degeneración fisiológica.

Si esta semilla se cultiva en la campaña siguiente en condiciones normales de temperatura, esta degeneración se puede curar.

12.5.2. Degeneración por virus

Con carácter general se puede decir que si una planta de patata está completamente infectada por un virus, esta planta produce tubérculos infectados por ese virus. Si plantamos esos tubérculos obtendremos plantas asimismo enfermas.

Si en los campos destinados a producir patata de siembra no se produce un arranque de las plantas enfermas junto con los tubérculos por ellas producidos, un material que inicialmente podía estar libre de virus, en una o dos generaciones puede acabar completamente infectado.

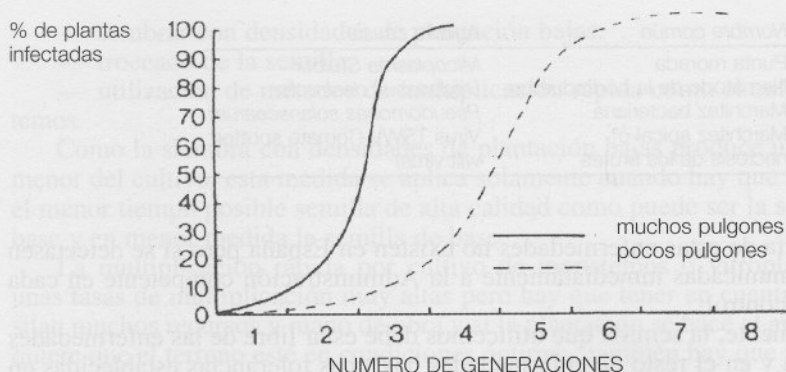


Fig. 25. Porcentaje de plantas infectadas por virus con poblaciones altas y bajas de pulgones. VAN DER ZAAG 1979.

El porcentaje de plantas que acaban siendo infectadas depende de:

- número de fuentes de infección, o sea plantas enfermas, en esa parcela o en parcelas próximas.
- número de pulgones, que son los vectores que normalmente transmiten las virosis, aunque no siempre.
- eficiencia del vector (pulgón, paso de maquinaria, troceo de la semilla, etc.) en la transmisión de los virus.
- actividad del vector.
- susceptibilidad de la variedad al tipo de virus del que se trate.
- tipo de virus, ya sea persistente (p.ej. enrollado) o no persistente (p.ej. PVY), al influir esta característica en la menor o mayor facilidad para que ese virus sea transmitido.

Bajo determinadas condiciones, la velocidad de degeneración es alta y en pocas generaciones una semilla inicialmente limpia y sana presenta un alto porcentaje de virosis.

La tasa de degeneración se puede mantener relativamente baja si se tienen en cuenta las siguientes recomendaciones:

- partir de semilla de alta calidad, de categorías prebase o base.
- evitar que haya campos de patata infectados por virosis en las proximidades de nuestras fincas.
- cultivar la patata de siembra en zonas donde la población de pulgones sea baja.
- ajustar nuestro período de cultivo a la época de menos población de pulgones, es decir, evitar en lo posible los picos en los vuelos de pulgón. El pulgón es especialmente peligroso cuando la planta es joven y hay mucho movimiento de savia.
- arrancar y sacar de la finca las plantas enfermas antes de que haya presencia de pulgones y antes de que se hayan producido tubérculos.
- hacer tratamientos con productos químicos que serán sistémicos si el problema principal son los virus persistentes o bien repelentes o de choque si nuestro principal problema son los virus no persistentes.
- utilizar aceites minerales cuando se pueda, para reducir la dispersión de los virus no persistentes.
- cultivar variedades que sean lo más resistentes posible a las virosis.

12.6. Almacenaje y estado fisiológico

El período de cultivo de patata para producción de semilla se debe hacer preferiblemente de manera que cuando el mercado presente la mayor demanda, nuestra semilla esté en un estado óptimo en cuanto a la brotación.

Si el período comprendido entre la recolección y la replantación o la venta para ser sembrada es demasiado corto, la semilla está aún en estado de latencia o de dominancia apical; por el contrario, si el período es demasiado largo corremos el riesgo de que la semilla sea fisiológicamente vieja.

Hay métodos para romper la latencia, pero no son fáciles de aplicar a escala comercial. La inmensa mayoría de los usuarios de patata de siembra prefieren y por eso la utilizan, semilla que brota naturalmente, sin la aplicación de ningún producto.

Si se dispone de un almacén bien diseñado y ventilado en el que las temperaturas se mantengan a unos 4° C, es posible mantener la semilla en un estado fisiológico bueno durante mucho tiempo.

El disponer de buenos almacenes tiene la ventaja de que se puede disponer de la patata de siembra con un estado fisiológico ideal durante muchos meses.

12.7. Calidad de la semilla producida

Si los agricultores pueden mantener la calidad de su semilla en un buen nivel porque la zona tenga pocos pulgones y porque dispongan de almacenes para conservar la semilla desde la recolección hasta la plantación, cada año deberían introducir en la explotación un porcentaje pequeño de material nuevo pero como ya se ha dicho, en España, las entidades productoras compran en el extranjero más del 90% de la semilla que necesitan cada año, para suministrarla a los agricultores que dependen de ellas.

Esta política de las entidades productoras españolas de importar cada año tanta semilla se puede deber a varias causas:

- porque la tasa de degeneración sea alta (no es el caso de la mayoría de las zonas productoras españolas, que por su baja población de pulgones son adecuadas para este tipo de producción).

- porque no se disponga de almacenes o cámaras frigoríficas para conservar la semilla desde la recolección hasta la siembra (no es la situación del sector en España).

- porque las entidades productoras tengan otros motivos técnicos o económicos para no multiplicar su propia semilla.

Los requisitos en cuanto a la semilla que se va a usar para una sola multiplicación deben ser mucho menores que los de la semilla a la que se le pretenden hacer varias multiplicaciones.

La producción de semilla de base necesita unas condiciones en que la tasa de degeneración sea baja y la tasa de multiplicación sea alta.

La puesta a punto de la técnica ELISA, que es una prueba serológica que emplea la reacción antígeno-anticuerpo y que es empleada a gran escala para detectar la presencia de virus en los cultivos de patata, entre otras especies, permite un diagnóstico muy preciso y muy rápido de las enfermedades de patatas.

12.7.1. Producción de semilla de Categorías Prebase y Base

Vamos a describir a continuación los diferentes sistemas que hay para producir patata de siembra de alta calidad, es decir semilla Prebase en una primera fase y posteriormente semilla Base.

12.7.1.1. Selección clonal por plantas individuales

Entre los métodos empleados para luchar contra las enfermedades virales uno de los más valiosos es el de la selección sanitaria clonal.

Este método consiste en elegir como material de partida tubérculos rigurosamente sanos. A partir de cada tubérculo identificado como sano se efectúa una ampliación del material mediante ciclos sucesivos de multiplicación vegetativa y cada vez que se observa una descendencia contaminada, se elimina la familia en su totalidad.

En un programa de selección clonal se siguen los siguientes pasos:

- se seleccionan en el campo plantas que son conformes al tipo varietal, aparentemente sanas y vigorosas.

- los tubérculos de cada planta seleccionada son recogidos y conservados separadamente para ser plantados en la próxima campaña como plantas unitarias.

- en un control de postrecolección, uno o dos tubérculos de la producción de cada planta es analizado, normalmente por serología por el método ELISA, para detectar la posible presencia de virus. Si se encuentra un virus en uno de los tubérculos, todos los tubérculos que pertenecen a la misma planta que el tubérculo infectado, son rechazados.

- los tubérculos de las plantas seleccionadas son plantados en el campo, de manera que todos los tubérculos que provenían de la misma planta se mantienen separados de los de otra, en lo que se conoce como clones o familias.

- durante el cultivo se inspeccionan las plantas para detectar la presencia de alguna enfermedad; esta inspección debe ser efectuada tanto visual como serológicamente por el test ELISA. Si se encuentra una planta enferma en alguna de las familias o clones, todas las plantas de esa familia son rechazadas.

- en la recolección, los tubérculos de cada familia sana se conservan por separado.

- las familias se multiplican por separado durante 3-6 generaciones y después ya se hace una multiplicación masal.

Este método supone la aplicación rigurosa de una serie de principios o prácticas:

- eliminación regular de plantas enfermas o sospechosas.
- supresión de la proliferación de insectos vectores, especialmente pulgones, mediante mallas antipulgón o productos químicos.
- controles estrictos de los tubérculos producidos.
- aislamiento de los cultivos para evitar focos de contaminación.
- si el cultivo se hace a campo abierto hay que elegir zonas donde las poblaciones de pulgones sean lo más bajas posibles.

Si se cumplen los principios expuestos anteriormente, este método proporciona unos buenos resultados.

12.7.1.2. Selección clonal por corte de tallos

En los programas de selección clonal de patata, uno de los más utilizados es la multiplicación por corte de tallos, en las primeras fases del proceso de producción, para sanear la semilla.

Con esta técnica no solo eliminamos los virus, sino que también eliminamos los problemas causados por enfermedades fungosas o bacterianas.

El procedimiento que se sigue es el siguiente:

— se planta semilla libre de virus en tiestos bien en invernadero o bien en túnel antipulgón. Cuando las plantas tienen alrededor de 15 cm de altura se analizan para detectar virus y se corta el extremo del tallo para incentivar el desarrollo de ramas laterales. Previamente, se debe hacer un cultivo del ombligo del tubérculo madre plantado para determinar si tiene *Verticilium*, *Fusarium*, Pie negro u otros problemas de hongos o bacterias.

— las ramas laterales se cortan cuando tienen unas cuatro semanas y se guardan en condiciones de humedad con papel húmedo o bolsas de plástico durante el tiempo necesario, que evidentemente no debe ser muy prolongado. Antes de guardar los tallos, se toma un trocito de la base para analizar en el laboratorio la presencia de hongos y bacterias. Aquellas ramas que están libres de parásitos se plantan en suelo húmedo y suelto a una temperatura de unos 20°C.

— después de la formación de raíces, proceso que lleva unos 10 días, las ramas cortadas se plantan en tiestos, manteniéndolos en el invernadero durante unas dos semanas y luego se sacan al aire libre. Los diferentes cortes que se hacen de cada tubérculo madre se plantan en surcos separados. Cada tubérculo madre puede producir entre 10 y 45 ramas cortadas.

— después del primer año, los tubérculos producidos se multiplican en programas de selección clonal, como se ha descrito en el apartado anterior.

12.7.1.3. Multiplicación rápida "in vitro"

Es el método más utilizado en la actualidad. La multiplicación in vitro de la patata por cultivo de meristemos permite obtener fácilmente en menos de un año, aproximadamente, dos millones de plantas a partir de una yema o meristemo. En comparación, son necesarios de 7 a 8 años para conseguir el mismo resultado a través del sistema tradicional de multiplicación clonal.

La multiplicación "in vitro" o en probeta de la patata tiene como objetivo básico la producción rápida a gran escala de individuos genéticamente idénticos al individuo de partida y perfectamente sanos.

La idea que se aprovecha es que el meristemo, que es una pequeña masa de células que pueden originar todos los tipos de órganos de la planta (tallos, hojas, raíces, etcétera), generalmente permanece indemne a toda contaminación vírica. De hecho, cuando se obtiene una planta "in vitro", partiendo de una planta enferma, la planta obtenida es un individuo totalmente sano. Lo que esto significa es que el paso a través del meristemo permite "curar" una planta enferma de virosis.

Este resultado ha demostrado ser especialmente interesante para especies que como la patata, se reproducen, de forma natural, por multiplicación vegetativa. En la multiplicación vegetativa, si se elige una planta madre enferma, todos los tubér-

culos por ella producidos están contaminados por el virus, lo que condena e inutiliza a toda la descendencia que no deberá ser utilizada como semilla. Este proceso, desarrollado en ciclos sucesivos, representa la transmisión de varias enfermedades por el tubérculo y la degeneración de los así producidos, lo que conduce a una reducción importante de la productividad.

Sin embargo, la mayoría de los virus no son transmisibles a través de las semillas verdaderas o botánicas.

El proceso a seguir en la multiplicación rápida "in vitro" consta de las siguientes fases:

— se analiza el tubérculo del que se parte para estar seguros de que está perfectamente sano.

— se pone a brotar el tubérculo y empieza lo que propiamente es el proceso de multiplicación rápida por cultivo de meristemos.

A) Los tallos germinados se cortan, en condiciones estériles, en trozos que contengan un nudo provisto de una hojita y una yema. Cada fragmento se implanta en una probeta en un medio de cultivo adecuado y en condiciones favorables de 20° C de temperatura y 18 horas de luz diarias.

B) La yema da lugar a un tallo que presenta las características de la planta adulta, con hojas que incluso pueden ser compuestas, pero con menos vigor.

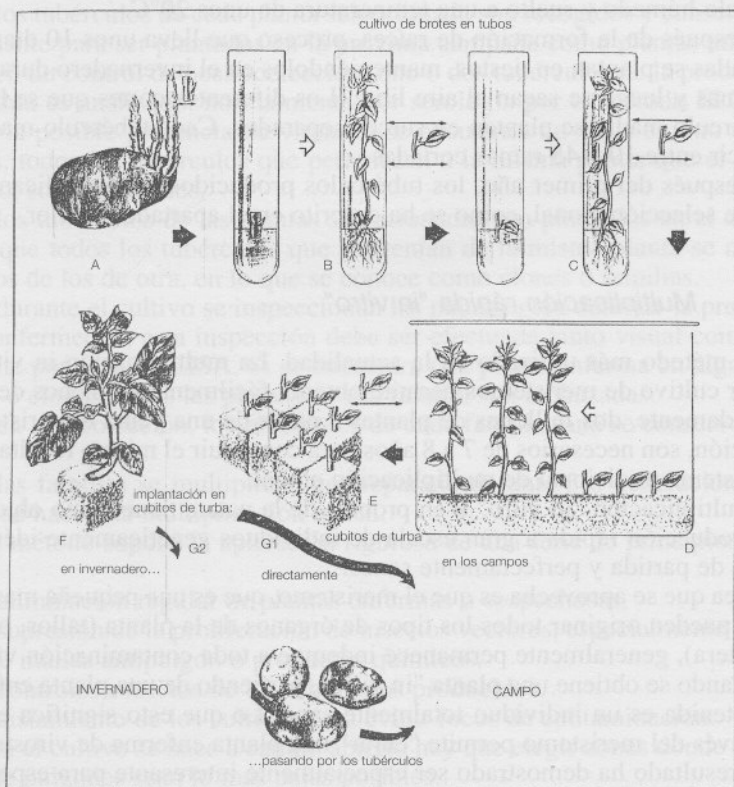


Fig. 26. Fases de la multiplicación rápida "in vitro" (modificado de G.DUCREUX 1986).

C) Se seccionan de nuevo los tallos en fragmentos que contengan una hoja y una yema axilar. Estos brotes se plantan de nuevo en un medio de cultivo nuevo y acabarán dándonos nuevas yemas. Al cabo de varios ciclos, la yema de los brotes da lugar a una planta que presenta una morfología que recuerda, en algunos aspectos, a los primeros estadios de desarrollo de una semilla, es decir: tallo desnudo y hojas simples y pequeñas. A esta fase se le llama fase de rejuvenecimiento (*ver foto 12.39*).

D) En la siguiente fase, las plantas obtenidas primeramente en tubos, dan lugar a brotes que se implantan en recipientes transparentes en condiciones no estériles. Estos recipientes están provistos de un soporte sintético inerte, regado por una solución nutritiva que limita el riesgo de contaminación y permite que las plantas conserven sus características juveniles (*ver fotos 12.40 y 12.41*).

E) A su vez, estas plantas se vuelven a cortar en trozos o brotes que posean un nudo y una hoja y se plantan en cubos de tierra fértil, formada por una mezcla de turba, arena y abonos (*ver foto 12.42*).

F) Con este sustrato y con las condiciones favorables del invernadero de 20°C, 18 horas de luz diaria y humedad adecuada, los brotes dan lugar a plantas fuertes que crecen rápidamente y pasan a la fase adulta (*ver foto 12.43*).

G) Posteriormente, se pueden seguir dos vías: bien estos cubos de tierra con plantas robustas se plantan directamente en los surcos del campo con los consiguientes riesgos (heladas tardías, sequía, etc.) con un material mucho más delicado que los tubérculos o bien, estos cubos de tierra se ponen en invernaderos provistos de red antipulgón, en los que pueden efectuarse varios ciclos anuales. En el primer caso, las plantas trasplantadas al campo constituyen la Clase G-1 de Categoría Prebase y en el segundo caso, los tubérculos recogidos en el invernadero constituyen la Clase G-2 de la Categoría Prebase (*ver fotos 12.44, 12.45, 12.46 y 12.47*).

Una ventaja que tiene este método es que se disminuye el número de pasos necesarios en relación con los efectuados en la multiplicación vegetativa clásica, disminuyendo mucho los riesgos de contaminación por virus.

Otra de las ventajas de este método es que permite almacenar en un espacio reducido un gran número de variedades o especies, bastando para cada una de ellas solamente algunos individuos conservados en tubos, de manera que cuando sea necesario, estos individuos pueden producir en muy poco tiempo una gran cantidad de plantas.

Pero no todo son ventajas; uno de los inconvenientes que presenta esta técnica se deriva de la eficacia de la misma. Al ser el ritmo de multiplicación muy rápido, la replantación en el medio de cultivo debe repetirse muy frecuentemente, en realidad, cada 45 días; para superar esta dificultad hay que reducir e incluso suprimir totalmente el crecimiento y el desarrollo de las plantas en los tubos.

Una técnica que permite paralizar el crecimiento es el cultivo de nudos provistos de yemas en atmósfera confinada (tubos cerrados por varias vueltas de Parafilm) y/o a bajas temperaturas (3-4°C) o incluso la conservación a baja temperatura de los tubérculos obtenidos "in vitro". El reinicio del crecimiento se consigue con una vuelta a la temperatura normal.

Otra técnica que está en fase de estudio y se utiliza menos para paralizar el crecimiento es la crioconservación que consiste en la congelación muy rápida de los ápices del tallo en nitrógeno líquido a -196 °C.

12.7.1.4. Microtubérculos y minitubérculos

Los microtubérculos son tubérculos producidos en tubo de ensayo o en frasco de cultivo; son de la misma forma y color que los tubérculos normales de la variedad de que se trate pero su calibre es menor de un centímetro (*ver fotos 12.49 y 12.50*).

El sistema de producción de microtubérculos en laboratorio permite obtener tubérculos en todo tiempo, con la ventaja de garantizar la sanidad de los mismos ya que es imposible que se infecten al haber sido producidos en ambiente aséptico.

Estos microtubérculos se emplean a su vez en la obtención de minitubérculos en invernadero.

El proceso de multiplicación rápida "in vitro" se complementa con la producción de tubérculos en invernadero bien a partir de las plántulas previamente aclimatadas o bien a partir de microtubérculos brotados (*ver fotos 12.48 y 12.51*).

Para obtener los minitubérculos se ponen las plántulas o los microtubérculos con un marco de plantación muy cerrado, poniendo hasta 100 plantas por metro cuadrado, sobre sustrato orgánico. Al ser tan delicado el material de partida hay que controlar cuidadosamente tanto el abonado como las condiciones de humedad del sustrato.

Los minitubérculos obtenidos tienen un calibre de entre 10 y 30 mm.

12.7.1.5. Semilla verdadera.

Las técnicas modernas de multiplicación de semilla nos han proporcionado micropiantas y microtubérculos libres de enfermedad. Ahora ya hay en el mercado y se está comercializando semilla botánica o semilla verdadera de patata como una alternativa a los tubérculos convencionales y la empresa que la comercializa dice haber resuelto el problema de la variabilidad genética.

En la Europa Comunitaria está prohibida tanto la producción comercial como la entrada de semilla verdadera de patata por un puro proteccionismo comercial pero desde marzo de 1995 el Ministerio de Agricultura de EE.UU. permite la importación y uso de semilla botánica para la producción comercial de patata.

Hasta hace poco el uso de la semilla verdadera se ha limitado a obtentores e investigadores pero el año 1995 México, India, Chile, Perú y Sudáfrica ya han plantado más de 15.000 hectáreas con semilla verdadera.

La semilla verdadera elimina la transmisión de enfermedades producidas por virus y también reduce los costes de almacenaje y transporte ya que sólo se necesitan 200-300 gramos de semilla para plantar una hectárea.

El problema fundamental de la semilla verdadera ha sido la variación en color, forma y calibre de los tubérculos recolectados pero este problema parece haber sido resuelto.

12.7.2. Producción de semilla Certificada

Para sacarle el máximo partido a la semilla de Base, ésta se multiplica para obtener la semilla comercial, que normalmente es semilla Certificada.

Para evitar en lo posible que aumenten las virosis, se deben tener en cuenta las medidas descritas anteriormente en este mismo capítulo.

Durante el período de cultivo, las plantas enfermas deben ser arrancadas tan pronto como sean visibles los síntomas. La primera depuración, según la legislación española, debe hacerse antes de transcurridos 55 días desde la siembra, según el desarrollo de las plantas y la segunda depuración obligatoria en la producción de semilla Certificada, se debe hacer antes de que transcurran 30 días desde la primera depuración.

Para evitar que actúen los áfidos infectados con virus, es aconsejable matarlos de vez en cuando con tratamientos de choque ya que los insecticidas sistémicos que se utilizan normalmente tardan en actuar y su persistencia es variable.

Las depuraciones son efectivas solamente cuando los síntomas de las virosis en las plantas, son claros y por esta razón se debe procurar que los cultivos sean uniformes y que el abonado nitrogenado sea moderado para que no enmascare las virosis.

Aunque los análisis de laboratorio pueden ayudar a la identificación de las enfermedades, nunca pueden reemplazar a las depuraciones y a la detección de enfermedades en el campo.

Las plantas arrancadas en las depuraciones, incluidos los tubérculos por ellas producidos deben ser sacados fuera de la finca y a ser posible destruidos.

En los programas de multiplicación de semilla más sencillos, como es el caso de la mayoría de la patata de siembra producida en España, un material cuya calidad es conocida, es multiplicado una sola vez.

En el pequeño porcentaje de semilla en que las entidades españolas hacen más de una multiplicación, es necesario saber la calidad del material producido en cada multiplicación mediante un postcontrol, que normalmente se realiza por serología con el test ELISA. Evidentemente, solo se deben volver a multiplicar los lotes que tengan un nivel muy bajo de infección.

12.8. Manejo de la explotación productora de patata de siembra

Una explotación que se quiera dedicar a la producción de patata de siembra en España, además de estar en una zona geográfica climatológicamente apta para este fin, debe estar integrada en una entidad productora autorizada por la Administración, Autonómica en unos casos y del Estado en otros, según esté o no transferida esta competencia a la Comunidad Autónoma que pretende dar el título de "productor".

Una vez integrado el agricultor en la entidad productora, bien como socio, bien como colaborador, éste debe organizar la producción, el manejo y almacenaje de la semilla, quedando la comercialización de la producción, *"obligatoriamente", impuesto por la Administración*, en manos de la entidad productora.

Un agricultor que quiera dedicarse a la producción de patata de siembra en España, tendrá que tener en cuenta los siguientes condicionantes:

- habilidad y experiencia del agricultor en el cultivo.
- disponibilidad de fincas en las zonas autorizadas para esta producción.
- posibilidad de ser aceptado por una entidad productora autorizada por la Administración para multiplicar patata de siembra.

- compatibilidad con otros cultivos en cuanto a disponibilidad de tiempo y maquinaria.
- disposición de maquinaria y almacenes adecuados.
- precios y garantías que la entidad productora le asegura al agricultor; (lo que se ha hecho hasta ahora y se sigue haciendo es que se liquidan las patatas a resultados, a los precios que la entidad productora decide pagar al agricultor).

Obtención de nuevas variedades

Como ya dijimos en otro capítulo anterior, la mayoría de las variedades o cultivares de patata que se siembran, proceden de *Solanum tuberosum* var. *andigenum*.

La primera mejora aportada por el hombre fue la transformación mediante selección, de *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* que no tuberiza más que en épocas de cultivo con días cortos, en otra subespecie llamada *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, que es más precoz y que tuberiza durante el verano, cuando los días son largos.

Este primer trabajo de selección permitió, a mediados del siglo XVIII, una mejor productividad y la extensión de la patata por toda Europa; éste fue el inicio de su cultivo a gran escala.

La historia de la selección de la patata tiene ya casi doscientos años. Durante todo este tiempo se ha recurrido a los métodos tradicionales, aún hoy utilizados ampliamente en los programas de selección.

Esquemáticamente podemos decir que para crear nuevas variedades hace falta cruzar dos individuos, con la esperanza de obtener descendientes que reúnan las ventajas de los dos padres.

En el caso de la patata, cuyo sistema de multiplicación es como ya hemos dicho, básicamente vegetativo, el cruzamiento de dos individuos implica recurrir a la reproducción sexual. Lo que hay que hacer es tomar polen de una planta y depositarlo en el pistilo de otra para fecundarla.

Posteriormente se siembran las semillas producidas en el cruzamiento y se seleccionan solamente los descendientes mejores para formar nuevas variedades.

Los primeros esfuerzos de los seleccionadores se centraron principalmente en el rendimiento y la resistencia a las enfermedades.

Todos los mejoradores de patatas tienen presente, por ejemplo, la resistencia al mildiu, un hongo (*Phytophthora infestans*) que se escapó de México e invadió Europa hacia 1845, lo que provocó la terrible hambruna de Irlanda de la que murieron alrededor de 1.500.000 personas. En aquella época se consiguió combatir esta plaga mediante cruzamientos o hibridaciones intraespecíficos. Más tarde tuvieron lugar los primeros cruzamientos interespecíficos y a partir de la segunda mitad del

siglo XIX, se dio una auténtica fiebre de creación de nuevas variedades. De esta manera han surgido las variedades conocidas actualmente.

En general, los principales criterios que se han considerado prioritarios durante mucho tiempo han sido el rendimiento, la sensibilidad a enfermedades y las calidades de presentación del tubérculo (forma, tamaño, color de la piel y de la carne, profundidad de los ojos, etcétera). Secundariamente se tenían en cuenta otros parámetros, como la precocidad, la aptitud para la conservación, la resistencia a los golpes durante el transporte y manipulación y las cualidades culinarias y de sabor.

Estas orientaciones condujeron a que en cada país se obtuviesen variedades con unas características específicas: en Francia se han obtenido variedades que responden a un tipo estandarizado de tubérculos de forma oblonga o alargada y de piel y carne amarilla, mientras que en Alemania prefieren los tubérculos más redondeados y en el Reino Unido los largos y de carne blanca.

Desgraciadamente la selección tradicional, tal como se ha ido practicando a lo largo de tantos años presenta importantes limitaciones ya que es larga, precisa mucho trabajo y una enorme cantidad de material vegetal, como muestran las cifras que vamos a dar a continuación.

Hacen falta unos 100.000 híbridos para tener una variedad susceptible de presentar alguna de las características requeridas. Para ello hacen falta unos diez años de pruebas repetidas a fin de eliminar los descendientes que no interesan.

Después de esta larga fase, que termina con la inscripción de la variedad en el catálogo de variedades comerciales del país del que se trate, transcurren aún diez años más antes de que dicha variedad sea comercializada en gran escala.

Como se ve, el factor tiempo constituye un inconveniente considerable. Pero además, existe otra limitación en la selección tradicional y es el reducido número de tubérculos introducidos en Europa, que fue el punto de partida de la selección.

Tanto en Europa como en Norteamérica y debido a una introducción muy limitada de material genético, se ha desarrollado el tipo *tuberosum*, mientras que en los países de Sudamérica y sobre todo en las zonas de los Andes, el tipo que se cultiva tradicionalmente es el *andigenum*.

Buscando nuevas fuentes de resistencia a plagas y enfermedades y otras características deseadas, en los programas de obtención de nuevas variedades se han introducido otras muchas especies, tanto silvestres como cultivadas, que se están empleando para aumentar la base genética.

El pequeño conjunto de tubérculos importados de los Andes, como se ha dicho, pertenecían a la especie *Solanum tuberosum*, mientras que en Sudamérica y México existen unas 150 especies de *Solanum* que producen tubérculos. Por otra parte, el material que llegó a Europa permaneció más de doscientos años en un aislamiento absoluto, privado totalmente de contacto con las especies silvestres que mantienen en los Andes una variabilidad natural y una cierta diversidad genética. El resultado de todo esto ha sido que todo el trabajo de selección se efectuó a partir de una base genética muy pequeña hasta que se ha ido introduciendo material americano.

La experiencia nos dice que en los países que tradicionalmente producen patata como es el caso de España, es difícil el reemplazar o sustituir las variedades de patata existentes.

Las variedades antiguas suelen ser seguras en el sentido de que aunque no tengan un alto nivel de resistencia a la enfermedad de que se trate, tampoco son muy susceptibles.

Muchas de las variedades más cultivadas tienen ya muchos años y las razones por las que es difícil introducir una nueva variedad pueden ser:

- los agricultores están acostumbrados a esas variedades y no les gusta correr riesgos.

- el almacenista que comercializa lo producido por el agricultor, en muchos casos no sólo le suministra la semilla sino que también le financia, por lo que impone la variedad a cultivar.

- el consumidor de cada zona está acostumbrado a un tipo de patata.

- las cantidades de semilla producidas inicialmente de una nueva variedad son pequeñas.

Últimamente se está viendo en España que quien más interés tiene y quien mayor éxito está consiguiendo en la introducción de nuevas variedades es la industria transformadora, debido a que funciona con contratos.

La introducción de nuevas variedades debiera ser fácil, al menos en teoría, cuando se diesen las siguientes circunstancias:

- las nuevas variedades son competitivas tanto en calidad como en rendimiento respecto de las variedades que se están cultivando.

- las características buenas o mejoradas de las nuevas variedades son fácilmente apreciadas y demostradas.

- las nuevas variedades tienen resistencia contra enfermedades importantes que no puedan ser controladas fácilmente por métodos tradicionales.

- las nuevas variedades se adaptan mejor que las existentes a las condiciones agroclimáticas que pueden producir estrés al cultivo.

De todas formas, la experiencia nos dice que es muy difícil la introducción de nuevas variedades a gran escala.

Podemos citar algunos ejemplos:

- la Bintje es la variedad más cultivada en los países del centro de Europa (en el norte de Francia representa más del 80% de la producción de patata de consumo) fue creada en 1905.

- en Gran Bretaña, la Arran Pilot (50% de la patata de primor) es de 1922, la Majestic es de 1912 y la King Edward es de 1902 (las dos últimas representan un porcentaje muy alto de la patata de consumo de este país).

- tanto en Estados Unidos como en Canadá la variedad dominante es Russet Burbank (llamada en Canadá Netted Gem) que supone el 40% de la producción total de patata y fue seleccionada en 1871.

- en España, las variedades más cultivadas (Baraka, Kennebec, Jaerla, Red Pontiac, Spunta, etc.) han sido obtenidas en otros países y hace ya mucho tiempo de ello.

A las limitaciones de orden genético se añade la desconfianza de los consumidores, que prefieren a menudo las variedades antiguas. Por ejemplo, la Bintje, que no se adapta a las condiciones agroclimáticas españolas, es una variedad que es difícil de destronar en Europa debido a sus cualidades: produce mucho, se adapta a varios medios de cultivo y es apropiada para distintas preparaciones culinarias, así como para su transformación industrial.

Sin embargo, como aún no se tiene la variedad ideal, persiste la necesidad de obtener nuevas variedades. Como se sabe, los agentes patógenos evolucionan para adaptarse a la resistencia de una planta, a veces conseguida después de muchos años de selección. La lucha contra las plagas es continua para intentar dar a las nuevas variedades una resistencia mayor.

Por otra parte, el desarrollo de la industria de productos transformados como las patatas chips, las french fries, copos, purés y sopas deshidratadas, exige la investigación de aptitudes suplementarias como: alto contenido en materia seca, bajo contenido en azúcares reductores, resistencia a la decoloración, etcétera.

En ciertos países, la demanda de patatas para la exportación también conduce a la selección de variedades más rústicas, que pueden sufrir condiciones de conservación mediocres y que puedan adaptarse a distintos países y climas.

Por otra parte, el mismo consumidor evoluciona en sus preferencias y es cada vez más exigente en cuanto a la calidad del producto.

Una primera etapa en la mejora de la patata se consiguió debido a los intercambios comerciales que rompieron el aislamiento de las variedades europeas. Después se han podido realizar las hibridaciones entre las especies primitivas más o menos emparentadas y especies silvestres que producen tubérculos, con lo que se ha enriquecido el contenido genético de las variedades cultivadas.

Se recolectaron especies silvestres en los países de origen de la patata y se cruzaron con las que ya se estaban cultivando a fin de transmitir a éstas últimas algunas características nuevas. Los caracteres generalmente más buscados son las resistencias y, en su defecto, menores sensibilidades a los agentes patógenos o a algunas condiciones climáticas como puede ser: sequía, frío o heladas.

Como ejemplo podemos citar que según se ha descubierto recientemente, la especie silvestre de patata *Solanum berthaultii* sintetiza un producto volátil que tiene un efecto repelente sobre los pulgones, que son los principales vectores de los virus. Si se consigue obtener híbridos entre esa especie y variedades cultivadas, cuyas hojas puedan también sintetizar ese producto repelente, las variedades obtenidas estarían protegidas del ataque de los pulgones y de las enfermedades víricas transmitidas por ellos.

13.1. Variación fenotípica

Como se sabe, la variación del fenotipo tiene dos componentes: la variación genética o genotípica y la variación debida a causas no genéticas o ambientales.

El hecho de que la patata sea una planta autotetraploide y de que el medio ambiente tiene un efecto acusado sobre el fenotipo, complica el estudio de la herencia de muchos de los caracteres y hace que probablemente no haya dos plantas de patata idénticas.

Solamente bajo ciertas condiciones ambientales es posible medir diferencias genéticas y estas condiciones o se dan en un lugar determinado o sino hay que crearlas artificialmente.

Algunas características son gobernadas por un sólo gen dominante, mientras que otras están determinadas por varios genes (caracteres poligénicos).

Cuando una característica está controlada por un solo gen dominante, en el caso de que el gen esté presente tenemos el carácter y si el gen no está presente no tendremos esa característica. En muchos casos, aunque la característica dependa de un sólo gen, la respuesta de la planta a la presencia del gen es intermedia.

El avance en la obtención de una nueva variedad puede ser relativamente rápido cuando un sólo gen dominante controla cada carácter y las plantas reaccionan claramente en sentido positivo o negativo.

La mejora es mucho más complicada cuando el carácter es poligénico y la reacción de la planta es intermedia.

13.2. Variedades y sus propiedades

A lo largo y ancho de todo el mundo, se han obtenido o desarrollado muchas variedades o cultivares de patata que son cultivados ahora a escala comercial.

Los nombres y características de las variedades los podemos encontrar en catálogos, libros o folletos pero hay que tener en cuenta en que condiciones ambientales se han comprobado esas características dadas, porque el comportamiento de una variedad puede ser muy variable en ambientes diferentes.

Dado que sólo unas pocas características son independientes de las condiciones agroclimáticas en que se haga el cultivo, y que la mayoría de ellas varían grandemente con las condiciones ambientales, es fundamental ensayar y evaluar las variedades antes de introducirlas en un lugar diferente al de su país de origen.

En un país como España, donde contamos con gran variedad de zonas con sus diferentes condiciones agroclimáticas y épocas de cultivo y donde la inmensa mayoría de las nuevas variedades nos vienen de otros países, el comportamiento de cada variedad se debe determinar en cada zona y para cada época de cultivo.

Entre los caracteres que se mantienen bastante estables independientemente de las condiciones agroclimáticas de cultivo podemos destacar:

- color de la piel
- color de la carne
- forma de los tubérculos
- profundidad de los ojos
- resistencia a ciertas enfermedades.

13.3. Características de una variedad

Cuando queremos ver las características específicas de una variedad en nuestras condiciones de cultivo, debemos prestar más atención a aquellos caracteres que dependen de las condiciones ambientales ya que los caracteres más estables los podemos obtener de otros lugares donde se haya cultivado la variedad.

Las principales características que hay que tener en cuenta en una variedad son:

13.3.1. Rendimiento

- emergencia
- desarrollo vegetativo
- número de tallos
- iniciación de la tuberización
- madurez o duración del ciclo
- número medio de tubérculos por planta.

13.3.2. Calidad del tubérculo

- color de la piel
- color de la carne
- forma de los tubérculos
- tamaño medio de los tubérculos
- profundidad de ojos
- contenido en materia seca
- calidad culinaria para cocer
- calidad para freír en chips
- calidad para freír en french fries
- sensibilidad al golpeo.

13.3.3. Calidad de conservación

- duración del período de latencia
- desarrollo de brotes
- susceptibilidad a podredumbres tanto húmedas como secas
- susceptibilidad a pudrirse después de trocear.

13.3.4. Resistencia a enfermedades

- mildiu en vegetación
- mildiu en tubérculo
- Alternaria
- sarna
- nematodo (Globodera)
- enrollado (PLRV)
- virus Y (PVY).

13.3.5. Tolerancia a problemas agroclimáticos y fisiológicos

- segundos crecimientos
- brotes filiformes y patatitas
- sequía
- altas temperaturas
- viento.

13.4. Nuevas variedades

El proceso normal de obtención de nuevas variedades se inicia con la realización de cruzamientos forzados entre diferentes variedades utilizadas como parentales; estos parentales en principio deberían poseer los caracteres que buscamos en la nueva variedad.

En un programa de obtención de nuevas variedades tenemos que partir del hecho de que aún no se ha obtenido la variedad ideal y que todas las variedades existentes tienen cosas buenas y caracteres no deseables.

Los cruzamientos pueden ser: intraespecíficos o de individuos de la misma especie e interespecíficos o de individuos de especies diferentes.

13.4.1. Cruzamientos intraespecíficos

Al ser la patata una planta de fecundación autógena, se debe efectuar una castración a las plantas de la variedad que actúa como hembra, arrancándole los estambres de la flor, que es donde se encuentra el polen. Cuando la flor de la planta que actúa como macho está hecha, forzamos la fecundación con el polen de esta flor de la flor a la que le hemos arrancado los estambres y que hace de hembra (*ver fotos 13.52, 13.53 y 13.54*).

Al forzar la fecundación cruzada, estamos provocando que las semillas contenidas en las bayas producidas en las plantas que actúan como hembras tengan ciertas características de las plantas que actúan como machos.

Las bayas producidas son dejadas en los tallos hasta que maduran, momento en que son abiertas para extraer las semillas que contienen. Estas semillas se ponen a secar para que se puedan conservar durante mucho tiempo (*ver foto 13.55*).

Las semillas obtenidas tendrán ciertos caracteres de los padres pero la variabilidad genética es tan grande que las plantas producidas por semillas provenientes de la misma baya pueden tener unas características totalmente diferentes.

Estas semillas se ponen a germinar en tierra de buena calidad, con turba, en pequeños tiestos, paper pots, jiffis u otros recipientes en los que se puedan trasladar de un lugar a otro.

La germinación de las semillas se hace en invernadero, desde donde se pueden pasar las plantitas a un túnel para que se vayan endureciendo y aclimatando a condiciones adversas; cuando la planta tiene un tamaño suficiente es trasplantada al campo (*ver fotos 13.56 y 13.57*).

Previamente al trasplante se puede efectuar la inoculación de algún patógeno contra el que queremos sean resistentes las variedades que obtengamos; así, las plantas que presenten síntomas son desechadas directamente.

Durante el período de cultivo se van marcando en el campo las plantas que presentan características deseables para ser recogidas al final del ciclo. La producción de cada una de estas plantas constituye lo que se denomina clon de primer año.

Los clones de primer año se siembran individualmente en la siguiente campaña y se van desechando aquellos que presenten caracteres no deseables.

13.4.2. Cruzamientos interespecíficos

El cruzamiento entre las especies silvestres y las variedades cultivadas presenta muchos problemas a los seleccionadores.

Las especies silvestres, en la mayoría de los casos son diploides, es decir que sus células poseen 24 cromosomas repartidos en dos juegos, es decir $2x = 24$ cro-

mosomas, mientras que las variedades cultivadas son tetraploides, o sea, $4x = 48$ cromosomas repartidos en 4 juegos.

Para poder emplear las especies silvestres diploides en los programas de selección, lo que hacen los mejoradores es igualar genéticamente a las variedades cultivadas con las silvestres, es decir, reducirlas a nivel diploide. Lo anterior se obtiene mediante el cruzamiento de una variedad tetraploide tomada como hembra con una especie diploide tomada como progenitor macho. Normalmente, la especie diploide utilizada es *Solanum phureja*.

Este cruzamiento provoca el desarrollo partenogenético del óvulo de variedad tetraploide: el óvulo no es fecundado y por tanto posee cromosomas únicamente de origen materno, lo que da lugar a un individuo que solamente posee la mitad de la dotación de los cromosomas de la variedad, o sea, $2x = 24$ cromosomas.

Las patatas obtenidas en este cruzamiento son calificadas de "dihaploides" ya que son haploides de tetraploides y desde este momento tienen el mismo número de cromosomas que las especies diploides salvajes, siendo de esta manera posible cruzar la variedad devuelta a su estado diploide con una especie silvestre diploide seleccionada por sus caracteres interesantes.

El empleo de este método está abriendo nuevas vías en la mejora de la patata ya que la estructura diploide permite explorar más rápidamente la variabilidad, y por ello la selección es mucho más fácil.

Cuando por medio de cruzamientos se llega a obtener un individuo interesante hace falta devolverlo a su estructura tetraploide que es al parecer el estado al que la patata se encuentra mejor adaptada ya que entre otras cosas le proporciona mayor vigor y productividad.

El empleo de especies silvestres para aumentar la base genética ha llevado a la creación de colecciones de especies y variedades llamadas "bancos de genes".

13.4.3. Cultivo "in vitro"

Desde hace más de treinta años es conocido que algunas condiciones de cultivo "in vitro" favorecen la aparición de individuos distintos de la planta madre, debidos a "errores" en la transmisión de la herencia genética de un individuo a otro.

Estos "errores" pueden ser:

- aneuploidía o pérdida de cromosomas
- poliploidía o ganancia de cromosomas
- amplificación de algunos genes
- transposición de secuencias de ADN
- modificaciones del genomio citoplasmático, dado que ciertos orgánulos del citoplasma, como las mitocondrias, contienen también ADN.

Esta variación, denominada "variación somaclonal", se ha observado en un número elevado y creciente de plantas.

Aunque este resultado que se obtiene es contrario al buscado mediante la multiplicación vegetativa de las especies, a veces es útil; entre las numerosas variedades observadas "in vitro", se han obtenido todo tipo de aberraciones, incluidas las patatas incapaces: de producir raíces, de florecer, de tuberizar, etcétera. También aparecen plantas relativamente próximas a la planta madre que difieren de ella en algunos caracteres.

Entre las plantas obtenidas se pueden encontrar modificaciones interesantes desde un punto de vista agronómico.

Si posteriormente se mantienen estas variaciones durante generaciones sucesivas, podrán contribuir a aumentar la variabilidad de la patata; ésta es una vía original para la mejora de las variedades cultivadas.

En la práctica, se emplean los tratamientos a base de hormonas vegetales para desencadenar la aparición de estas variaciones. Su acción sobre los fragmentos de plantas desprovistos de yemas provoca una importante desorganización de los tejidos vegetales, lo que conduce a un crecimiento anárquico y a la formación de masas desorganizadas llamadas "callos".

Según la composición del medio de cultivo, en especial de los equilibrios hormonales, y según el estado fisiológico del explante (fragmento que se planta), se observan diferencias en la estructura y el comportamiento de los "callos" obtenidos. Unos son desmenuzables, de crecimiento rápido e incapaces de dar lugar a nuevas plantas, mientras que otros, por el contrario son más compactos y de crecimiento más lento; éstos últimos son susceptibles de producir plantas enteras.

Ya se ha demostrado que a partir de células aisladas procedentes de la disociación de los "callos" desmenuzables, se pueden obtener plantas enteras.

La neoformación de plantas también se puede obtener partiendo de protoplastos que son células cuya pared o membrana ha sido digerida mediante la acción de enzimas.

En la mayoría de los casos, la neoformación de plantas a partir de células aisladas o de protoplastos es precedida por una fase de multiplicación anárquica que conduce al "callo".

Cuando parece que las plantas jóvenes neoformadas tienen algún carácter interesante, se clonan mediante el método de multiplicación rápida "in vitro".

Por supuesto, las modificaciones obtenidas no son explotables hasta que se verifica que permanecen estables cuando son transmitidas vegetativamente a las generaciones siguientes.

Estas técnicas de cultivo "in vitro" pueden plantearse no para crear una variedad totalmente nueva, sino más bien para corregir algunas debilidades o imperfecciones de las variedades ya existentes.

En patata se ha usado también la bacteria *Agrobacterium rhizogenes* como agente para introducir genes específicos en el genomio de una variedad.

13.5. Ensayo de nuevas variedades

Después de haber seleccionado los clones de primer año, éstos son introducidos en un programa de ensayo o testaje de las nuevas variedades, cuyo fin es obtener variedades adecuadas para una cierta zona o país, bien para que reemplacen a las variedades que están siendo cultivadas o bien para encontrar variedades que se puedan cultivar además de las que ya se están cultivando en esa zona o país.

En estos ensayos se deben incluir como testigos las variedades más cultivadas para poder comparar los resultados obtenidos en cada caso.

Dependiendo del número de variedades a ensayar, el programa de ensayo de variedades puede incluir dos o tres fases. Después de cada una de las fases se decide si una variedad es rechazada o mantenida para realizar más ensayos.

El programa completo debe incluir las siguientes fases:

- ensayos preliminares
- ensayos regionales
- ensayos de introducción en el mercado.

Dado que en un programa normal de ensayo de variedades, sólo se puede testar un número limitado de las mismas, especialmente en las fases finales, lo aconsejable es eliminar variedades con caracteres no deseables lo más pronto posible.

Las variedades que han probado su valor en los programas de ensayo se pueden introducir en el proceso de producción comercial.

13.5.1. Ensayos preliminares

Cuando se van a ensayar un gran número de clones, hay que hacer un ensayo preliminar; de hecho, ya en el primer cultivo, proveniente de semilla verdadera, se desecha una cantidad muy grande de plantas, cada una de las cuales daría origen a un clon.

Estos ensayos preliminares se hacen en el centro de investigación con unas condiciones y métodos de cultivo tales que sean los normales utilizados en las zonas productoras de patata.

Dado que entre otras cosas buscamos resistencia a plagas y enfermedades, en muchos casos, éstas no se controlan y si se efectúa un control, se debe hacer con los métodos normales empleados en la producción de patata de cada zona (*ver foto 13.58*).

El objetivo de los ensayos preliminares es hacer una primera evaluación y determinar si está justificado el efectuar ensayos más a fondo.

En este tipo de ensayo, cada clon es plantado en pequeñas parcelitas de entre 30 y 50 plantas por parcela. Si la cantidad de semilla disponible lo permite, sería deseable hacer los ensayos con dos o tres repeticiones y si es posible, en dos o tres ubicaciones diferentes.

El número de caracteres observados normalmente se reduce a aquellos que se pueden ver directamente durante el cultivo y en la recolección.

Los clones suelen estar en los ensayos preliminares durante dos o tres campañas.

13.5.2. Ensayos regionales

Los clones que parecen dar buenos resultados en los ensayos preliminares son pasados a los ensayos regionales; estos ensayos se llevan a cabo en las diferentes zonas productoras de patata que sean representativas de los diferentes tipos de condiciones agroclimáticas que se pueden presentar.

Al seleccionar los clones o variedades que se meten en el ensayo de cada zona hay que tener en cuenta las que presenten las características buscadas en cada zona o requeridas en función del destino que se le quiera dar al cultivo.

Cada ensayo suele incluir 10-15 variedades con 4-5 testigos (variedades más cultivadas en la zona), con 3-4 repeticiones y con una extensión de cada parcela de 80-100 plantas en 4-6 surcos.

Estos ensayos regionales se llevan a cabo durante 2-3 campañas.

13.5.3. Ensayos de introducción en el mercado

Las variedades que han tenido éxito en los ensayos regionales son distribuidas a agricultores para su cultivo a escala más o menos comercial.

Estos ensayos de introducción no sólo son importantes para familiarizar a los agricultores con las nuevas variedades, sino que también son importantes para ver el comportamiento de los clones o variedades en las condiciones tanto de cultivo como de almacenaje utilizadas por los agricultores en sus explotaciones.

Algunas características de las variedades no se aprecian en ensayos de poca dimensión, siendo apreciados solamente en ensayos de introducción a gran escala.

Control de plagas y enfermedades

Tanto las enfermedades como ciertas plagas y condiciones ambientales desfavorables, producen pérdidas económicas en el cultivo de la patata.

La prevención de la aparición de una enfermedad así como la de su desarrollo y dispersión es un factor de capital importancia para tener éxito en la producción de patatas.

La presencia de una enfermedad se expresa con diferentes términos: "endémica", "epidémica" y "esporádica".

Enfermedades endémicas son aquellas que ocurren o aparecen naturalmente, es decir, son típicas o características de una zona determinada. El organismo responsable de las enfermedades endémicas puede sobrevivir durante largos periodos de tiempo y a veces en condiciones desfavorables, bien en el suelo, bien en plantas hospedantes. En presencia de las condiciones ambientales adecuadas, las enfermedades endémicas se desarrollan y se extienden.

Enfermedades epidémicas son aquellas que aparecen de manera general en muchas y amplias zonas, produciendo o causando daños considerables.

Enfermedades esporádicas son las que se presentan rara vez y a intervalos irregulares de tiempo en una zona determinada o en una extensa zona geográfica.

Las enfermedades se pueden desarrollar: en el campo, en almacén, durante el transporte, en el mercado y en último extremo en casa del consumidor (ver foto 14.59).

Las pérdidas económicas se han ido reduciendo paulatinamente por diversas causas, entre las que podemos destacar: empleo de pesticidas químicos, uso de semilla sana y uso de variedades resistentes.

Los pesticidas químicos tales como: fungicidas, insecticidas, nematocidas o herbicidas, son aplicados de diferentes formas: al suelo, a la semilla o son usados en aplicaciones foliares bien en formulaciones líquidas o en polvo.

El uso de semilla sana es un factor muy importante en la producción de patata. Las enfermedades pueden ser prevenidas o limitada su extensión si se planta semilla controlada oficialmente, en suelos limpios de enfermedad y en zonas libres

Control de plagas y enfermedades

Tanto las enfermedades como ciertas plagas y condiciones ambientales desfavorables, producen pérdidas económicas en el cultivo de la patata.

La prevención de la aparición de una enfermedad así como la de su desarrollo y dispersión es un factor de capital importancia para tener éxito en la producción de patatas.

La presencia de una enfermedad se expresa con diferentes términos: "endémica", "epidémica" y "esporádica".

Enfermedades endémicas son aquellas que ocurren o aparecen naturalmente, es decir, son típicas o características de una zona determinada. El organismo responsable de las enfermedades endémicas puede sobrevivir durante largos períodos de tiempo y a veces en condiciones desfavorables, bien en el suelo, bien en plantas hospedantes. En presencia de las condiciones ambientales adecuadas, las enfermedades endémicas se desarrollan y se extienden.

Enfermedades epidémicas son aquellas que aparecen de manera general en muchas y amplias zonas, produciendo normalmente daños considerables.

Enfermedades esporádicas son las que se presentan rara vez y a intervalos irregulares de tiempo en una zona determinada o en una extensa zona geográfica.

Las enfermedades se pueden desarrollar: en el campo, en almacén, durante el transporte, en el mercado y en último extremo en casa del consumidor (*ver foto 14.59*).

Las pérdidas económicas se han ido reduciendo paulatinamente por diversas causas, entre las que podemos destacar: empleo de pesticidas químicos, uso de semilla sana y uso de variedades resistentes.

Los pesticidas químicos tales como: fungicidas, insecticidas, nematocidas o herbicidas, son aplicados de diferentes formas: al suelo, a la semilla o son usados en aplicaciones foliares bien en formulaciones líquidas o en polvo.

El uso de semilla sana es un factor muy importante en la producción de patata. Las enfermedades pueden ser prevenidas o limitada su extensión si se planta semilla controlada oficialmente, en suelos limpios de enfermedad y en zonas libres

o con baja población tanto de malas hierbas hospedantes como de insectos transmisores de los organismos causantes de la enfermedad.

Para reconocer e identificar las diferentes plagas y enfermedades de la patata y para emplear las medidas de control adecuadas, ya sea el agricultor o el técnico o laboratorio que le asesore deben ser capaces de diagnosticar una enfermedad o problema que se presente partiendo de los síntomas encontrados en las diferentes partes de la planta de patata.

La morfología completa de una planta en cultivo o crecimiento, normalmente indica la presencia de una plaga o enfermedad, por lo que el examen de la planta al completo: hojas, tallos, tubérculos, brotes, estolones y raíces buscando lesiones o decoloraciones, se puede hacer en muchas ocasiones macroscópicamente.

En otras ocasiones puede ser necesario el examen microscópico del tejido afectado y de la estructura del organismo causal. A veces, antes de ser identificado, el organismo productor de la enfermedad debe ser cultivado en medio artificial. Además de la observación microscópica convencional otras técnicas utilizadas son: ELISA (enzyme-linked immuno sorbent assay), IF (inmunofluorescencia), PCR (polimerase chain reaction), etcétera.

14.1. Diagnóstico de plagas y enfermedades

14.1.1. Observación de síntomas

Es muy importante la visita a la parcela afectada para hacerse una idea exacta del problema.

14.1.1.1. Observación del tejido o parte afectada

Hay que ver si lo observado en el tejido o parte afectada de la planta se corresponde con síntomas descritos en la bibliografía. En general, hay ciertos síntomas característicos de algunos patógenos.

- Cambios de color en las plantas = Virosis
- Podredumbres secas en tubérculos = Hongos
- Podredumbres blandas, húmedas = Bacterias.

14.1.1.2. Observaciones a realizar en la parcela

Es muy importante visitar la parcela donde se está produciendo el cultivo objeto de problema y observar las siguientes cuestiones:

- Tipo de suelo
- Orientación de la parcela
- Aparición de zonas encharcadas
- Forma de aparición de la enfermedad: por rodales, siguiendo los surcos, al azar, etcétera.
- Nivel de la capa freática
- Presencia de restos de cultivos anteriores

- Presencia de malas hierbas
- Ver si aparece el problema en parcelas próximas.

14.1.1.3. Preguntas a hacer al agricultor

- Prácticas culturales: riegos, abonado, etcétera.
- Tratamientos.
- Variedad.
- Lluvias.
- Golpes de calor.
- Si ha aparecido otros años.
- Origen de la semilla.

14.1.2. Recogida de muestras y envío al laboratorio

Se deben tomar muestras de las plantas afectadas y también de plantas aparentemente sanas.

Se debe evitar coger plantas totalmente muertas ya que lo más común es que estén invadidas por organismos saprófitos.

Debemos evitar coger muestras con rocío o agua libre para evitar pudriciones rápidas, sobre todo si la temperatura es alta.

Es importante evitar que la planta se seque perdiendo su turgencia (meterla en bolsas de plástico, dentro de nevera si es posible).

Hay que identificar la muestra con una etiqueta en la que figure algún dato (número, nombre de parcela, etcétera).

14.2. Medios de lucha contra las plagas y enfermedades

Aunque el método más general y conocido de lucha contra las plagas y enfermedades es el empleo de productos fitosanitarios, los medios de lucha contra plagas y enfermedades se pueden clasificar en general en: indirectos, mecánicos, prácticas de cultivo, lucha química, lucha biológica y lucha integrada.

14.2.1. Métodos indirectos

14.2.1.1. Disposiciones legales

Con la legislación establecida en materia fitopatológica en cada país se pretende por una parte evitar la entrada en ese país de plagas o enfermedades inexistentes en él y por otra combatir o erradicar las que ya han entrado.

Con el establecimiento de la unión aduanera por parte de la Unión Europea han desaparecido las fronteras interiores dentro de las países que forman parte de la misma y aunque determinados vegetales y semillas deben llevar un pasaporte fitosanitario, de hecho y en general se puede decir que los controles fitosanitarios han disminuido y en ciertos casos desaparecido.

14.2.1.2. Obtención de variedades resistentes

Hoy día, en la obtención de nuevas variedades, uno de los factores más importantes de los que se tienen en cuenta, además de rendimiento, precocidad, etc. es la resistencia o al menos tolerancia a determinadas plagas y enfermedades.

Los mejoradores y obtentores de nuevas variedades están explorando nuevos campos con los instrumentos que proporciona la ingeniería genética, para introducir en el genotipo de una variedad la resistencia a las plagas y enfermedades más peligrosas para cada cultivo.

14.2.1.3. Alternativa de cosechas

En general, cuanto más se retrase la repetición del cultivo de una planta sobre una parcela, más difícil es que aparezca o se desarrolle una plaga o enfermedad.

Como ya veremos más adelante, en la plaga del nematodo del quiste de la patata (*Globodera*), ésta es la medida más importante a adoptar para evitar la proliferación de este parásito.

14.2.2. Métodos mecánicos

14.2.2.1. Recogida de insectos

Es un instrumento que prácticamente está en desuso pero que en el pasado era casi el único medio directo que se conocía para defenderse de las plagas.

Se utilizó entre otros cultivos: en la alfalfa para recoger la "cuca", en la vid para recoger los pulgones y en patata para recoger escarabajos, cuando la plaga empezó a propagarse por España.

12.2.2.2. Refugios artificiales

La colocación de refugios de paja o de restos del cultivo para que sirvan de refugio invernal a determinadas especies de insectos es otro medio para combatir ciertas plagas. Estos montones de vegetación se queman en invierno para destruir los insectos que han buscado refugio en ellos.

14.2.3. Prácticas de cultivo

14.2.3.1. Labores agrícolas oportunas

Las labores de cultivo hechas en el momento adecuado constituyen un método de lucha eficaz no sólo contra las malas hierbas sino también contra ciertos insectos que constituyen una plaga, como es el caso de los insectos que invernan próximos a la superficie del suelo y que al dar una labor profunda durante el invierno son enterrados, dificultando así el que salgan a la superficie en primavera.

En el caso de los gusanos de alambre (*Agriotes* spp), se pueden combatir dando una labor superficial en verano pues sus huevos y larvas jóvenes son muy sensibles a la sequía y mueren al quedar expuestos al sol.

14.2.3.2. Riegos y drenajes

Tanto los gusanos de alambre (*Agriotes* spp) como los gusanos grises (*Agrotis* spp) suelen vivir en terrenos húmedos y por lo tanto, una labor de drenaje o saneamiento ayudará a combatirlos y dificultará su propagación.

Otros problemas, como puede ser la sarna común de la patata, se combaten manteniendo una humedad adecuada en el terreno, ésto es, regando cuando el tempero del suelo no sea el adecuado.

14.2.3.3. Plantas cebo

El uso de plantas cebo o plantas trampa es una práctica cultural que consiste en sembrar ciertas plantas que atraigan a la plaga para que una vez estén los parásitos dentro de las plantas trampa sean destruidos.

La oruga del tomate se puede combatir sembrando dos líneas de maíz entre cada veinte líneas de tomate; cuando el maíz ha atraído a las orugas, se siega y se destruye o se le da al ganado.

En patata se está tratando de utilizar a la misma planta de patata como cultivo trampa contra el nematodo del quiste; se plantan patatas para que eclosionen los quistes y salgan las larvas y en el momento justo se destruye el cultivo para no dejar que las larvas completen su ciclo y formen nuevos quistes.

14.2.4. Lucha química

Es el método más utilizado y conocido de lucha contra las plagas y enfermedades de las plantas cultivadas.

Actualmente, casi cada día se están presentando nuevos productos con nuevas materias activas, alguna de ellas sumamente tóxicas y que son peligrosas no sólo para quien maneja estas sustancias sino también para quien consume los productos tratados con ellas.

Aunque hay una tendencia a restringir el uso de productos fitosanitarios, sobre todo de los más peligrosos no sólo para el hombre sino también para la fauna terrestre y acuática, todavía pasarán muchos años antes de que se pueda prescindir totalmente de estas sustancias.

La agricultura biológica o agricultura ecológica consigue obtener cosechas sin el uso de productos químicos artificiales pero la disminución de cosecha debe llevar aparejado un incremento del precio de los productos obtenidos mediante estos cultivos y en la agricultura moderna practicada mayoritariamente lo que se busca es mejorar la productividad, es decir, obtener un producto de calidad al precio más bajo posible.

Actualmente en España, lo producido por los agricultores que han optado por la agricultura biológica no alcanza el 1% de la producción total agraria.

14.2.4.1. Registro fitosanitario

Para que un producto fitosanitario pueda salir al mercado y ser comercializado es indispensable que previas las comprobaciones y ensayos oportunos, controlados por los servicios oficiales, este producto sea inscrito en el Registro Fitosanitario Oficial del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Además del Registro Fitosanitario, las etiquetas de los envases deben explicar entre otras cosas: la reglamentación de su empleo, dosis normal a que ha de usarse, toxicología del producto y tiempo mínimo que ha de transcurrir entre la aplicación del producto y la recolección de la cosecha.

14.2.4.2. Categorías toxicológicas

Los productos fitosanitarios pueden resultar tóxicos o venenosos para el hombre, animales domésticos, fauna terrestre o acuática y abejas.

Para conocer la toxicidad de cada producto, cuya información debe incluir la etiqueta, se utiliza la siguiente notación:

A(BC)/DE/P.S. 21 días

La primera letra, en nuestro caso la "A", representa según el RD 3349/83 de 30 de Noviembre, la peligrosidad y los riesgos para la salud humana, y se puede clasificar en:

Categoría A : Baja peligrosidad

Categoría B : Nocivo

Categoría C : Tóxico

Categoría D : Muy tóxico. Estos productos deben ser aplicados por una empresa autorizada por el MAPA.

Las dos letras que se encuentran dentro del paréntesis, "BC" en el ejemplo propuesto, corresponden a la peligrosidad para la fauna terrestre y acuícola respectivamente, según las categorías siguientes:

Categoría A : Productos de toxicidad baja

Categoría B : Productos moderadamente tóxicos

Categoría C : Productos muy peligrosos

De las dos letras que aparecen entre barras, "DE" en el ejemplo propuesto, la primera de ellas define la peligrosidad apícola de la materia activa y la segunda nos indica la peligrosidad del producto aplicado en condiciones y a dosis normales.

14.2.4.3. Plazo de seguridad

El plazo de seguridad o P.S. es el número de días que deben transcurrir entre el tratamiento con el producto de que se trate a la dosis y en las condiciones autorizadas y la recolección del cultivo para consumo humano o por el ganado.

14.2.4.4. *Precauciones en la conservación y manejo de los productos fitosanitarios*

- Almacenar en lugar seco, fresco, ventilado y sin humedades.
- Mantenerlos en los mismos envases en que se han comprado, colocándolos de manera que no se rompan.
- No dejarlos nunca al alcance de los niños o de animales domésticos.
- Antes de utilizarlos, leer atentamente las etiquetas en las que se especifica en qué cultivos y contra qué plagas pueden utilizarse, así como su categoría toxicológica, dosis, plazo de seguridad y tratamiento en caso de intoxicación.
- Deben utilizarse a las dosis indicadas y en el caso de realizarse mezclas, consultar las posibles incompatibilidades.
- La apertura de los envases y la manipulación de los productos se realizará al aire libre, destruyendo o enterrando, una vez aplastados los envases vacíos.
- El aplicador deberá protegerse siguiendo las indicaciones que figuran en las etiquetas de los productos (guantes de goma, mascarillas, gafas, etcétera).
- Al hacer el tratamiento se tendrá en cuenta la dirección del viento para evitar que el producto caiga encima del aplicador. Si el viento es muy intenso se suspenderá el tratamiento.
- No se debe comer ni fumar durante la aplicación.
- Lavarse cuidadosamente al terminar la aplicación.
- La maquinaria utilizada para la aplicación de los productos estará en buen estado, debiendo comprobarse periódicamente su correcto funcionamiento y debe dejarse limpia al terminar el tratamiento.
- Cuando se ha utilizado la máquina para la aplicación de herbicidas, es arriesgado su empleo para otro tipo de tratamiento si no se lava antes.

14.2.4.5. *Toxicidad, fitotoxicidad y acción residual*

La toxicidad de los productos fitosanitarios, tanto para el hombre como para los animales, se puede manifestar de tres maneras: por contacto cutáneo, por ingestión y por inhalación.

Algunos productos son fitotóxicos, es decir, producen daño a la planta tratada si se aplican por encima de unas dosis determinadas o si el tratamiento se hace en unas condiciones que no son las adecuadas.

La acción residual de un producto expresa la propiedad de conservar su eficacia durante un tiempo más o menos largo después de haber dado el tratamiento. En algunos casos interesa una acción residual larga para que la planta esté protegida el mayor tiempo posible pero otras veces la acción residual es un inconveniente como cuando la parte comestible o los frutos quedan intoxicados, lo que obliga a demorar la recolección.

14.2.5. *Lucha biológica*

La lucha biológica consiste en utilizar los enemigos naturales ya sean insectos, hongos o bacterias que contribuyen a limitar la propagación de una plaga.

A veces se intenta aprovechar ciertos insectos útiles como medio de combatir a otros nocivos.

También se utiliza la esterilización de machos de la plaga que se quiere combatir por medio de rayos gamma. El insecto se cría artificialmente en cautividad y después de la esterilización se les suelta para que se acoplen con las hembras, de modo que éstas pongan huevos estériles, reduciéndose así sucesivamente la plaga hasta extinguirla.

En otros casos se intentan provocar artificialmente enfermedades producidas por hongos o bacterias que afecten a insectos mediante pulverizaciones de cultivos de estos microorganismos.

En patata la lucha biológica está muy poco desarrollada y únicamente las mariposas o cochinillas (*Coccinella septempunctata*) se alimentan de los pulgones que transmiten las enfermedades viróticas en patata y otros cultivos.

14.2.6. Lucha integrada

Con el término "lucha integrada" se indica un sistema de combate de plagas y enfermedades que armoniza todos los métodos conocidos, principalmente: prácticas de cultivo, químicos y biológicos, hasta reducir la plaga a límites económicos.

Con este sistema no se pretende erradicar la plaga sino tan sólo reducirla a límites económicos, es decir, que lo que se busca con la lucha integrada es considerar en conjunto el sistema ecológico y estudiar las interacciones entre la planta, sus plagas, los parásitos de éstas y el medio en que viven, para restablecer de forma conveniente el equilibrio entre ellos.

14.3. Principales enfermedades de la patata

A continuación enumeramos las principales enfermedades y plagas que afectan al cultivo de la patata.

14.3.1. Problemas producidos por causas medioambientales

- Corazón negro
- Tubérculos helados. Necrosis por frío
- Daños en el follaje por baja temperatura
- Corazón hueco
- Crecimientos secundarios y en rosario
- Tubérculos pelados y magullados
- Tubérculos agrietados
- Verdeo
- Daños provocados por granizo, viento, heladas, etcétera
- Deficiencias de nutrientes (N, P, K, Ca)
- Podredumbre apical gelatinosa.
- Quemadura por fertilizante
- Lenticelosis

- Necrosis por calor y sequía
- Mancha negra interna
- Necrosis reticular.

14.3.2. Enfermedades producidas por bacterias

- Pie negro (*Erwinia carotovora*)
- Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)
- Necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *Sepedonicus*)
- Sarna común (*Streptomyces scabies*).

14.3.3. Enfermedades producidas por hongos

- Mildiu o Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)
- Alternaria o Tizón temprano (*Alternaria solani*)
- Sarna pulverulenta (*Spongospora subterranea*)
- Sarna verrugosa (*Synchytrium endobioticum*)
- Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*)
- Sarna plateada (*Helminthosporium solani*)
- Gangrena (*Phoma exigua*)
- Fusarium (*Fusarium solani*)
- Mancha en la piel (*Oospora pustulans*).

14.3.4. Enfermedades producidas por virus

- Virus del enrollado (PLRV)
- Virus Y (PVY)
- Virus leves (PVA, PVM, PVS, PVX)
- Virus de la marchitez apical (TSWV)
- Viroide del tubérculo ahusado (PSTV)
- Punta morada (*Micoplasma Stolbur*)
- Virus rattle.

14.3.5. Plagas de nematodos

- Nematodos del quiste (*Globodera rostochensis* y *G. pallida*)
- Nematodo formador de nódulos (Género *Meloidogyne*)
- Nematodo de la podredumbre (*Ditylenchus destructor*).

14.3.6. Plagas de insectos

- Escarabajo (*Leptinotarsa decemlineata*)
- Gusano de alambre (*Agriotes* spp)

- Gusanos grises (*Agrotis* spp)
- Afidos (*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacortum solani*, *Aphis nasturtii*.)
- Palomilla (*Phthorimaea operculella*).

14.3.7. Malas hierbas

- Hierbas de hoja ancha
- Hierbas de hoja estrecha.

14.2.8. Lucha

Con el término "lucha" se designa el conjunto de medidas que se adoptan para combatir las plagas de cultivo, que pueden ser de origen biológico, químico o físico.

Con este sistema no se debe olvidar que el uso de pesticidas debe ser en conjunto con otras medidas de control, como la selección de variedades resistentes, el uso de variedades tempranas, la rotación de cultivos, etc.

14.3.

A continuación se enumeran las principales enfermedades que afectan al cultivo de la patata.

14.3.1.

- Corazón negro
- Tubérculos podridos
- Daños de nematodos
- Corazón negro
- Crecimientos anormales
- Tubérculos deformados
- Tubérculos de la podredumbre
- Verdes
- Daños causados por gorgojos
- Deficiencias de nutrientes
- Problemas de plagas
- Escarabajo
- Gusano de alambre

C A P Í T U L O 15

Problemas producidos por causas medioambientales

A menudo las plantas de patata sufren alteraciones o problemas no atribuibles directamente a agentes parásitos como pueden ser: hongos, virus, bacterias, nematodos o insectos. Estos problemas son abióticos, no infecciosos o producidos por causas medioambientales y a veces los síntomas son tan acusados que merecerían el nombre de "enfermedad".

A continuación se describen las principales alteraciones producidas por causas medioambientales.

15.1. Corazón negro

La difusión de gases (O_2 , CO_2) entre el interior y el exterior del tubérculo se lleva a cabo a través de las lenticelas.

Dentro del tubérculo, la difusión de gases se realiza a través de los espacios intercelulares. La necesidad de difusión de gases es proporcional al volumen del tubérculo.

Una fina capa de agua en la superficie del tubérculo prácticamente detiene la difusión del oxígeno a través de las lenticelas y puede someter al centro del tubérculo a condiciones anaeróbicas en 6 horas a $10^\circ C$ o en 2 horas a $21^\circ C$.

El cociente entre superficie y volumen total es mucho mayor en los tubérculos pequeños que en los grandes y por eso, bajo condiciones que estimulan o favorecen dosis de respiración altas (alta temperatura), o difusión de gases en la superficie del tubérculo ralentizada (capa de agua en la superficie), puede haber problemas con los tubérculos grandes mientras que los pequeños pueden no sufrir daños.

El corazón negro se produce por la asfixia de los tejidos del tubérculo, bien por temperaturas elevadas o encharcamiento del terreno en el campo o bien durante el transporte o almacenaje con temperaturas muy altas y sin ventilación, de manera que el suministro de oxígeno al tubérculo no se produce en las cantidades necesarias. También se puede encontrar corazón negro en tubérculos almacenados a baja

temperatura en contenedores cerrados herméticamente, donde el suministro de oxígeno es limitado (*ver foto 15.60*).

Los síntomas externos consisten en una decoloración oscura de color gris, púrpura o negro intenso. Normalmente esta decoloración se limita al corazón del tubérculo, pero otras veces llega hasta la piel e incluso a veces aparece en zonas del exterior del tubérculo, estando ausente o siendo menos evidente en el centro del mismo.

La separación entre los tejidos afectado y sano suele ser clara.

Cuando los tubérculos son cortados poco después de producirse el daño los tejidos son de un color normal, pero después de estar expuestos al aire se van volviendo primero rosa, después gris, púrpura o marrón y finalmente negro.

Los tejidos asfixiados son invadidos fácilmente por bacterias y hongos, lo que provoca una podredumbre húmeda y viscosa que enmascara los síntomas típicos de corazón negro.

Control

La correcta aireación del suelo con las labores adecuadas y el evitar los encharcamientos, hace que no se presenten los problemas de falta de respiración del tubérculo en el suelo.

En almacenaje hay dos recomendaciones básicas: evitar las temperaturas altas y ventilar adecuadamente las zonas del almacén donde hay patatas. Para prevenir la falta de oxígeno hay que evitar el almacenar tubérculos en pilas sin ventilación de más de tres metros de altura, incluso con temperaturas bajas.

En suelos arenosos o ligeros es aconsejable efectuar la recolección inmediatamente después de desaparecida la vegetación. Otra recomendación que se puede hacer es recoger del suelo inmediatamente los tubérculos después del arranque cuando la temperatura ambiente es muy elevada.

Durante el transporte de patatas hay que evitar que la temperatura suba en el interior del vehículo por encima de unos 20°C y además facilitar la ventilación de la carga.

15.2. Tubérculos helados. Necrosis por frío

Los daños en el tubérculo por bajas temperaturas pueden ir desde una congelación de parte o todo el tubérculo hasta daños producidos por la exposición prolongada a temperaturas ligeramente por encima de la congelación, bien en el campo o en el almacén.

La congelación se puede producir bien por la formación de cristales de hielo dentro del tejido o bien por la muerte de las células o tejidos aunque no se haya congelado el agua de dichas células o tejidos. En el primer caso los síntomas son generales y se ven externamente, mientras que en el segundo caso los síntomas sólo son visibles cuando se corta el tubérculo. En ambos casos los síntomas sólo aparecen cuando el tubérculo se ha deshelado.

Los tejidos muertos por helada presentan humedad exterior al descongelarse y normalmente son invadidos por bacterias, produciéndose una podredumbre vis-

cosa o pegajosa de olor desagradable cuando los tubérculos se descongelan en ambiente cálido y húmedo, mientras que si el tejido se descongela en ambiente frío y seco se forma una masa más bien seca, granular, harinosa o con consistencia de tiza.

La línea de separación entre el tejido helado y el sano, normalmente es muy clara, siendo ésta de tejido corchoso de color marrón o púrpura.

La necrosis por frío producida cuando los tubérculos están sometidos a bajas temperaturas pero sin llegar a la congelación se manifiesta por diferentes tipos de decoloración interna. Unas veces la decoloración se limita al anillo vascular y a los tejidos adyacentes a la zona vascular; en otros casos se produce un ennegrecimiento del tejido vascular y de las nerviaciones que se extienden desde el anillo vascular hacia el interior de la médula y hacia los tejidos exteriores y por fin, en un tercer caso la decoloración se produce en manchas irregulares, variando su color desde gris opaco o azulado hasta negro, pudiendo verse estas manchas en cualquier parte del tubérculo.

Unicamente en el tercer caso de los descritos anteriormente son visibles los daños por baja temperatura en la superficie del tubérculo y éstos se manifiestan como un obscurecimiento de la epidermis, formándose zonas de color más o menos oscuro, desde castaño a negro metálico. Estas zonas están más predispuestas al ataque de hongos y son más visibles en las variedades de piel blanca.

Los tubérculos afectados por necrosis por frío generalmente se arrugan o envejecen antes que los no afectados y no deben ser utilizados como semilla porque suelen pudrirse en el suelo antes de producirse la emergencia de los brotes.

Cuando los tubérculos son expuestos a bajas temperaturas pero no lo suficiente para que se hielen o aparezca necrosis el almidón se convierte en azúcar en mayor cantidad de la que se usa en la respiración; al irse acumulando azúcar, la patata adquiere un sabor dulzón en su consumo en fresco y se oscurece al freirla por lo que no es utilizable en la industria del frito.

Control

Para evitar tanto los tubérculos helados como la necrosis por frío hay que efectuar la recolección antes de que se presenten las heladas y el suelo alcance temperaturas bajas.

El almacenaje de las patatas se debe hacer entre 3°C y 5°C si su destino va a ser el consumo en fresco y por encima de 7°C-8°C si su destino es la industria del frito.

Hay que tratar de manipular las patatas cuando la temperatura de las mismas esté entre 7°C y 21°C.

15.3. Daños en el follaje por baja temperatura

Las heladas provocan marchitez en las hojas, que al descongelarse muestran una apariencia húmeda; luego las hojas y tallos se ennegrecen y cuando se secan quedan de color castaño.

Las temperaturas próximas a 0°C no causan la muerte de las hojas pero provocan daños selectivos en las hojas más jóvenes y zona apical del tallo.

Las temperaturas bajas pueden provocar clorosis en forma de áreas difusas o manchas, con o sin deformación de las hojas.

A veces los daños producidos por bajas temperaturas pueden ser confundidos con ataque de virus o con daños causados por herbicidas (*ver foto 15.61*).

Los efectos de las bajas temperaturas son generalmente más severos en las partes bajas de las fincas.

15.4. Corazón hueco

Corazón hueco es el nombre que se le da a una cavidad que aparece en el centro del tubérculo de patata.

Normalmente, este problema se asocia con un crecimiento excesivamente rápido del tubérculo, aunque también hay factores varietales que agudizan al problema.

La incidencia es más alta en tubérculos de gran tamaño.

En la mayoría de los casos se forma una cavidad, aproximadamente en el centro del tubérculo con forma de lente cóncavo, en estrella, con los bordes angulares o con apariencia de rajadura. La pared interna de las cavidades puede ser blanca, de color canela claro o pajizo, pudiendo incluso causar grietas externas en el tubérculo (*ver foto 15.62*).

La formación de la cavidad se produce por una compensación de las tensiones que sufren los tejidos como consecuencia del desigual crecimiento del tubérculo en las tres dimensiones.

El corazón hueco no es una podredumbre y su presencia en los tubérculos no afecta para que los mismos sean utilizados como semilla, aunque evidentemente deprecia la patata de consumo.

En ciertas variedades, como la Turia, los tubérculos en formación presentan áreas necróticas o con apariencia húmeda y traslúcida en forma de manchas, antes de que aparezcan las cavidades.

Control

- Utilizar variedades no propensas al corazón hueco.
- Hacer marco de plantación cerrado para aumentar la competencia entre plantas.
- Mantener un buen nivel de humedad en el suelo.
- Evitar estrés al cultivo sea del tipo que sea.
- Buena fertilización potásica, ya que el potasio disminuye la incidencia del corazón hueco.
- Usar cantidades moderadas de abonos nitrogenados.

15.5. Crecimientos secundarios

El crecimiento secundario puede ser de varios tipos:

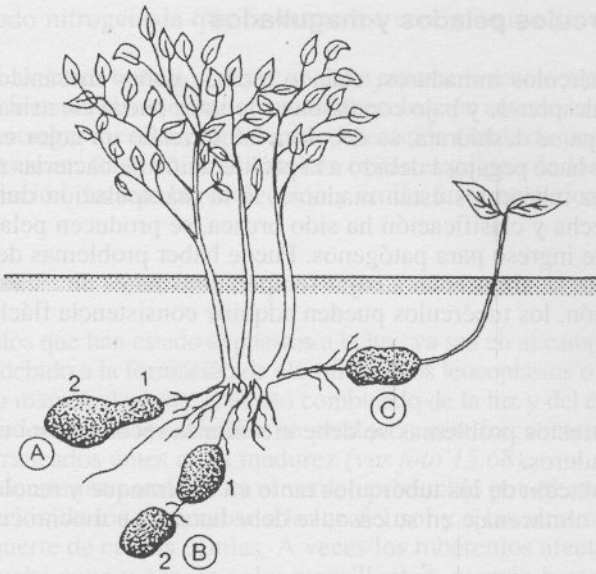


Fig. 27. Formas de segundo crecimiento. (LUGT 1960)

- A) Tubérculos deformados con crecimiento de los brotes o yemas laterales (tubérculos nudosos) o de los brotes apicales (tubérculos alargados con forma de botella).
- B) Tubérculos secundarios (gemación) sobre una extensión del estolón del tubérculo original.
- C) Tubérculos recién formados que producen brotes o rebrotes antes de la cosecha.

Normalmente estos problemas se atribuyen al padecimiento de estrés de temperatura y de humedad o de nutrientes por parte de la planta. Este problema suele aparecer cuando se dan condiciones de sequía hacia la mitad del ciclo de cultivo, seguidas de riego o lluvias. A veces también la defoliación de la planta provocada por granizo o heladas seguida de regeneración del sistema foliar es origen de este problema (*ver fotos 15.63, 15.64 y 15.65*).

Cuando los tubérculos se desarrollan en cadena en los estolones (gemación), los hidratos de carbono son traslocados del tubérculo primero hacia el segundo, adquiriendo el tubérculo primero una textura interna vítrea y su peso específico es bajo.

Cuando hay sequía el tubérculo deja de crecer pero al aportar agua, el crecimiento se reanuda aunque de manera irregular dando lugar a estas alteraciones.

Las variedades de tubérculos alargados son más sensibles que la de tubérculos redondos.

No aparece ningún síntoma en la planta.

Control

Para evitar segundos crecimientos hay que proporcionar a las plantas de papa condiciones uniformes de crecimiento a lo largo de todo el período de cultivo.

El riego frecuente y realizado de forma homogénea en el cultivo evita este defecto que perjudica una deseable forma regular del tubérculo.

15.6. Tubérculos pelados y magullados

En los tubérculos inmaduros, cuando reciben daños mecánicos, la epidermis desgarrada se desprende y bajo condiciones óptimas puede cicatrizar, pero frecuentemente la pulpa se deshidrata, se decolora adquiriendo un color castaño oscuro y la superficie se hace pegajosa debido a la proliferación de bacterias (*ver foto 15.66*).

Cuando los tubérculos están maduros, si la manipulación durante las operaciones de cosecha y clasificación ha sido brusca, se producen peladuras y heridas que son vías de ingreso para patógenos. Puede haber problemas de podredumbres si los tubérculos se almacenan a bajas temperaturas antes de cicatrizar y debido a la deshidratación, los tubérculos pueden adquirir consistencia flácida.

Control

Para evitar estos problemas se debe efectuar la recolección cuando los tubérculos están maduros.

La manipulación de los tubérculos tanto en el arranque y recolección como en el transporte y almacenaje en su caso, se debe hacer con mucho cuidado para evitar los golpes.

15.7. Tubérculos agrietados

Los daños mecánicos producidos en tubérculos de patata provocan cortes, peladuras y grietas.

Las grietas de los tubérculos pueden deberse a diferentes causas:

a) Grietas debidas al crecimiento, que abarcan generalmente el eje longitudinal del tubérculo y resultan de la presión interna que excede la capacidad de resistencia del tejido a la tensión superficial. Se producen por un crecimiento rápido de los tubérculos. Las grietas cicatrizadas no se infectan normalmente (*ver foto 15.67*).

b) Grietas causadas mecánicamente durante la recolección; dependen de la variedad, turgencia interna y grado de compresión en el momento de la cosecha y durante el transporte hacia el almacén. Se lesionan más fácilmente los tubérculos inmaduros y los más grandes. Cuando el nivel de humedad del suelo es alto, los tubérculos están muy turgentes y el daño originado por el golpe es mayor. Los tubérculos agrietados se deprecian, y además las grietas son puertas de entrada para patógenos.

Hay que evitar golpes, evitar recolectar cuando la temperatura es baja y recoger los tubérculos cuando estén maduros.

c) Grietas producidas en la recolección cuando la superficie del tubérculo se seca después de haber sido desenterrado; estas grietas son relativamente superficiales (1-2 mm de profundidad) y tienen forma de arco o media luna, como hechas con la uña.

Control

Para evitar las grietas de crecimiento: se deben dar los riegos en el momento adecuado manteniendo buena humedad en el suelo y no pasarse con la fertili-

zación sobre todo nitrogenada que favorece los crecimientos excesivamente rápidos.

En cuanto a los otros tipos de grietas: se debe retrasar la recolección hasta que los tubérculos estén bien maduros, evitar efectuar la recolección cuando la temperatura del suelo es baja y proteger los tubérculos de una desecación rápida después del arranque.

Evidentemente un factor fundamental es evitar el golpeo de los tubérculos en toda la manipulación durante la recolección y en las fases posteriores.

15.8. Verdeo

Los tubérculos que han estado expuestos a la luz, ya sea en el campo o en el almacén, se verdean debido a la formación de clorofila en los leucoplastos o toman un color amarillo fuerte o marrón claro por el efecto combinado de la luz y del calor intenso.

Tanto el verdeo como la amarillez se producen más frecuentemente si los tubérculos son arrancados antes de la madurez (*ver foto 15.68*).

A veces se denomina escaldadura al verdeo producido por efecto del sol y otras veces la exposición de los tubérculos a la luz del sol y a las altas temperaturas se traduce en la muerte de ciertas células. A veces los tubérculos afectados presentan la pulpa con mucha agua y con un color amarillento o marrón hasta una profundidad variable, afectando en algunos casos al tubérculo completo. El tejido verde tiene un alto contenido en solanina, es de sabor amargo y se cree que es tóxico si es ingerido por el hombre.

Ciertas variedades como la Kennebec tienen tendencia a tuberizar muy cerca de la superficie del suelo por lo que hay que sembrarlas más profundas o aporcar tierra en la base de la planta durante el cultivo. La erosión del surco y el agrietamiento del terreno por sequía o por engrosamiento del tubérculo, permiten la llegada de la luz a la superficie del tubérculo. Generalmente el verdeo no predispone a los tubérculos a pudriciones, a menos que los rayos solares y el calor hayan sido intensos.

Control

Para evitar estos problemas en el campo se deben formar los surcos con buenas dimensiones, evitar la infección por rizoctonia y plantar variedades que no tiendan a tuberizar muy cerca de la superficie.

En el almacén se deben guardar las patatas en completa oscuridad.

También hay que evitar la exposición de los tubérculos al sol durante mucho tiempo después del arranque.

15.9. Daños provocados por granizo, viento y rayos

El granizo puede causar defoliaciones lo suficientemente severas como para determinar la reducción en el rendimiento.

Las hojas se desgarran, se arrancan y a menudo se perforan.

En los tallos, el daño se localiza en el punto donde se produce el impacto del granizo, donde el tejido epidérmico se vuelve gris brillante con apariencia de papel (*ver foto 15.69*).

La reducción total del rendimiento varía con la severidad del daño, período del desarrollo en que se produce el daño y la variedad.

Después de una granizada conviene dar un tratamiento fungicida y aplicar fertilizantes de asimilación rápida para recuperar el cultivo.

El viento hace que unas hojas friccionen con otras y el daño se nota en la cara superior de éstas. El tejido lesionado presenta un color castaño cuando se seca y tiene apariencia brillante o aceitosa.

También los tubérculos pueden sufrir daños por la acción deshidratante del viento durante la recolección.

Los rayos que caen en el campo durante una tormenta producen daños que pueden no ser regulares y uniformes en el área afectada, pero cuando el efecto es muy severo generalmente todas las plantas del área afectada mueren.

Normalmente los daños se observan en zonas más o menos circulares (rodas), los síntomas en las plantas son parecidos a los que se ven en las plantas afectadas por Pie Negro o Rizoctonia y los síntomas en tubérculo son parecidos a los de Necrosis Bacteriana.

15.10. Deficiencias de nutrientes

Como ya vimos en el capítulo dedicado a fertilización, la deficiencia de ciertos nutrientes origina problemas que vamos a describir a continuación.

15.10.1. Nitrógeno

Las plantas con deficiencia de nitrógeno son generalmente cloróticas, de crecimiento lento, erectas, con hojas también erectas de color verde pálido. Las nervaduras tardan más tiempo en amarillear que el tejido intervenal.

En función de la magnitud de la deficiencia así son de acusados los síntomas de enanismo, clorosis, caída de las hojas inferiores y reducción del rendimiento.

También puede darse el caso contrario, es decir que se produzca toxicidad por exceso de nitrógeno o porque el nitrógeno nítrico sea insuficiente para equilibrar la cantidad de nitrógeno amoniacal disponible para la planta.

Normalmente, la toxicidad del nitrógeno se traduce en una reducción de cosecha, desarrollo radicular pobre y las hojas pueden deformarse o enrollarse hacia arriba, tomando el aspecto de "oreja de ratón", como ocurre en las plantas afectadas por virus del enrollado (PLRV).

A veces la aplicación de urea a dosis altas puede causar daños debidos a la volatilización del amonio, que produce quemaduras en las hojas y tallos, cerca de donde han caído los gránulos de la urea aplicada.

15.10.2. Fósforo

Al ser el fósforo un elemento esencial tanto durante el período inicial de crecimiento de la planta como durante la tuberización, la deficiencia de fósforo al ini-

cio del cultivo retrasa el crecimiento apical por lo que las plantas se quedan pequeñas, ahusadas y algo rígidas.

Los folíolos son más oscuros, sin brillo, de color verde oscuro, se enrollan hacia arriba y pueden presentar áreas chamuscadas en los márgenes.

Las plantas tienen menos raíces y estolones de lo normal.

— Los tubérculos producidos pueden presentar manchas necróticas de color castaño distribuidas internamente por toda la pulpa.

15.10.3. *Potasio*

La deficiencia de potasio se traduce en un bronceado de las hojas, volviéndose necróticas posteriormente y muriendo antes de tiempo (*ver fotos 15.70 y 15.71*).

Cuando la deficiencia es acusada las plantas se quedan pequeñas, presentan entrenudos cortos y las hojas se arquean hacia abajo, lo que da una apariencia mustia a la planta.

Los folíolos se quedan pequeños, muy juntos, arrugados, bronceados en la cara superior, apareciendo manchas en forma de pecas de color castaño oscuro en la cara inferior.

En fases avanzadas se puede producir necrosis severa que tiene cierto parecido con los daños producidos por mildiu.

Los tubérculos con deficiencia de potasio pueden presentar lesiones necróticas corchosas de color castaño en el extremo próximo al estolón.

15.10.4. *Calcio*

Las plantas con deficiencia de calcio tienen los folíolos enrollados hacia arriba, ondulados y con los márgenes cloróticos; posteriormente, los márgenes se necrosan.

Los tubérculos provenientes de plantas con deficiencia de calcio presentan inicialmente unas manchas de color castaño en el anillo vascular, cerca del punto de inserción del tubérculo con el estolón. Más tarde aparecen manchas marrones por toda la médula.

La decoloración interna de color marrón en los tubérculos es más acusada en suelos con poca humedad, con pH ácido y con bajo contenido en calcio y sobre todo si estos suelos son arenosos con arena de grano gordo. Los síntomas en los tubérculos son mucho más evidentes al final del ciclo, cuando va desapareciendo la vegetación que protegía a los tubérculos al evitar que el suelo alcanzase temperaturas altas.

15.11. *Podredumbre apical gelatinosa*

Aunque ciertos autores establecen que el problema de la podredumbre apical gelatinosa (*jelly end rot*) está producido por *Fusarium*, lo más admitido en la actualidad es que este problema está relacionado con los crecimientos secundarios y se produce sobre todo en variedades alargadas.

Las condiciones ambientales concretas que conducen al desarrollo de esta podredumbre no son bien conocidas. Se cree que cuando el suelo tiene poca humedad al final del cultivo, la planta puede tomar agua del estolón y de la zona del ombligo del tubérculo; ésto produce debilidad y condiciones favorables para la entrada y ataque de organismos parásitos.

En la podredumbre apical gelatinosa el extremo del tubérculo que está unido al estolón se vuelve traslúcido o vítreo, con un contenido anormal de almidón y de azúcares y con un bajo peso específico. Esa parte del tubérculo se arruga y se deteriora, adquiriendo consistencia blanda, húmeda y viscosa.

En condiciones de almacenaje con baja humedad relativa, el tejido afectado se seca, formando una capa de consistencia dura, pudiendo observarse una separación definida entre el tejido sano y el afectado.

El tejido de la parte afectada se parece al del tubérculo madre después de que se ha desarrollado la planta.

Este problema puede observarse en el momento de la recolección o bien desarrollarse durante el almacenaje.

Control

Para prevenir este problema hay que mantener una humedad adecuada en el suelo, mediante el riego, para permitir un crecimiento uniforme sin estrés al cultivo.

Dado que hay un componente varietal en la ocurrencia de esta alteración fisiológica, debemos procurar evitar la siembra de variedades sensibles.

15.12. Quemadura por fertilizante

En ciertas zonas donde se cultivan patatas y especialmente donde se riega por el surco, altas concentraciones de fertilizante nitrogenado aplicado de forma localizada, en contacto con el tubérculo madre y con las raíces de la planta pueden producir podredumbre del tubérculo madre y quemaduras en las raíces.

El que se pudra el tubérculo madre antes de emerger la planta implica la pérdida de la planta y las quemaduras en las raíces debidas al fertilizante implican que la mata o parte aérea de la planta crezca poco y tome un color más oscuro del normal. Además se nota una falta de vigor sobre todo en las primeras fases del cultivo.

Control

Para evitar las quemaduras por fertilizante y si éste se aplica localizado, hay que colocar los nutrientes concentrados lo suficientemente lejos del tubérculo madre como para evitar que lo queme y que dañe a las raíces pero a su vez, lo suficientemente cercano como para que el agua de riego disuelva los nutrientes y los acerque a la zona radicular de la planta.

15.13. Lenticelosis

Las lenticelas o poros naturales de los tubérculos de patata son hendiduras en la superficie del tubérculo, normalmente apenas visibles. Estas lenticelas se agran-

dan cuando los tubérculos están en suelos encharcados o con mucha humedad antes o después del arranque o bien cuando las patatas recién arrancadas se almacenan en un lugar donde el aire tiene una humedad relativa muy alta.

Al agrandarse las lenticelas aparecen numerosas manchas con aspecto de costra en la piel del tubérculo. El tejido que está alrededor de estas pequeñas aberturas se levanta y parece como si fuera empujado hacia el exterior por los tejidos que hay debajo. A veces este tejido toma un aspecto corchoso.

El daño producido en el tubérculo por el agrandamiento de las lenticelas es por una parte el de su mala apariencia y por otra el que constituyen una vía de entrada para microorganismos patógenos.

Control

Para evitar el agrandamiento de las lenticelas o lenticelosis: no hay que permitir que se encharque la parcela durante mucho tiempo, recoger pronto los tubérculos inmediatamente después del arranque y almacenarlos en condiciones adecuadas sin exceso de humedad.

Una medida indirecta es nivelar las fincas para evitar que se encharquen las zonas deprimidas tanto por lluvia como por riegos.

15.14. Necrosis por calor y sequía

La necrosis por calor y sequía o necrosis vascular se produce en los tubérculos que se recolectan en suelos arenosos o ligeros en zonas donde se alcanzan temperaturas muy altas. El problema aparece cuando se dejan los tubérculos en el suelo después de que las matas han muerto, siendo altas las temperaturas del suelo (*ver fotos 15.72 y 15.73*).

En los tubérculos afectados por este tipo de necrosis se produce una decoloración de los vasos cuyo color varía de amarillo dorado al principio a marrón posteriormente. Esta decoloración es más pronunciada en los tejidos del anillo vascular tanto de la zona del ombligo como de la zona de la corona y también de los tejidos que se encuentran entre el anillo vascular y la superficie del tubérculo.

Al principio, la decoloración se limita al anillo vascular pero más tarde la misma se extiende a los tejidos que lo rodean y el color se va oscureciendo de amarillo dorado a marrón claro y oscuro y se produce la muerte de los tejidos.

Control

Para evitar este problema se debe mantener el suelo húmedo, con temperatura no muy alta y sombreado por la vegetación. Si el suelo es ligero y el clima cálido hay que arrancar los tubérculos en cuanto las plantas empiecen a morir.

15.15. Mancha negra interna

A veces, después de la recolección, en los tubérculos aparece un defecto consistente en la aparición de manchas negras internas. Este defecto se caracteriza por

el desarrollo de lesiones de color variable entre gris claro y negro carbón debajo de la superficie de la piel.

Normalmente estas lesiones se encuentran en zonas que han sufrido un golpe o presión sin que haya habido rotura de la piel. La severidad y extensión del defecto se ve agravada por otros factores tales como: bajo contenido en potasio, bajo peso específico o contenido en fécula y células poco turgentes.

Otras causas que pueden acentuar el problema son: manipulación de las patatas a bajas temperaturas, almacén con mala ventilación en el que la relación anhídrido carbónico / oxígeno es alta, altas temperaturas de almacenaje, tubérculos recolectados y almacenados antes de alcanzar la madurez y muerte brusca de las plantas de patatas.

Control

La primera y más importante medida para evitar la mancha negra interna es manipular los tubérculos cuidadosamente para que no sufran golpes.

Otras medidas son: regar los suelos secos para mantener la turgencia de los tubérculos y prevenir pérdidas de humedad, efectuar la recolección de los tubérculos cuando estén maduros, almacenarlos por encima de 15°C al principio para ir bajando la temperatura hasta unos 4°C y manipular las patatas cuando la temperatura esté por encima de 7°C.

15.16. Necrosis reticular

La necrosis reticular es un problema que se presenta en las patatas cultivadas en ciertas zonas y que recibe diferentes nombres como: necrosis interna y más frecuentemente "salchichón".

Esta alteración fisiológica se caracteriza por la aparición de manchas esparcidas, irregulares, secas y marrones a través de toda la pulpa o carne de los tubérculos afectados.

Estas manchas no se limitan a los vasos como ocurre en las enfermedades vasculares sino que se distribuyen también por las partes centrales del tubérculo.

Las manchas son grupos de células muertas no afectadas por bacterias, hongos ni ningún otro patógeno. No hay síntomas externos asociados a este problema en las plantas o follaje.

La necrosis reticular se da más frecuentemente en tubérculos producidos en suelos arenosos con arena de grano gordo en los que el contenido en caliza es muy bajo. Otros factores que se asocian con la aparición de este problema son: falta de humedad en el suelo, excesiva evaporación de humedad del follaje y mantenimiento de los tubérculos en el suelo después de muerta la vegetación.

Control

Prácticas culturales adecuadas tales como el riego en el momento preciso y la cobertura de los tubérculos con suficiente tierra reducen la gravedad e importancia de la necrosis reticular.

Enfermedades producidas por bacterias

Las bacterias son organismos unicelulares microscópicos que no forman esporas reproductivas y que se reproducen por fisión o división celular.

Normalmente el crecimiento o proliferación de las bacterias se ve favorecido por condiciones de calor y humedad y en estas circunstancias son capaces de multiplicarse rápidamente. Suelen entrar en la planta o tubérculo a través de heridas o aberturas naturales y producen marchiteces o podredumbres blandas en la planta de patata o tubérculo respectivamente.

16.1. Pie negro (*Erwinia carotovora*)

Erwinia carotovora, la bacteria que produce el pie negro, es un bacilo Gram negativo, móvil y con flagelos que actúan como propulsores.

Síntomas

Las bacterias que producen el pie negro normalmente están presentes en la superficie de los tubérculos y cuando las condiciones son las idóneas, la bacteria se activa y produce la podredumbre de la semilla antes de la emergencia de las plantas. Si siguen las condiciones favorables, el organismo invade el tallo de la planta produciendo su podredumbre.

Los tallos de las plantas afectadas tienen una podredumbre típica de color negro y la extensión puede ir desde unos milímetros en la base del tallo hasta todo el tallo. Si la infección proviene de semilla infectada progresa hacia arriba por el tallo pero si el patógeno ha penetrado a través de alguna herida, la infección progresa hacia arriba o hacia abajo del tallo y peciolo (*ver fotos 16.74, 16.75 y 16.76*).

En condiciones de sequía puede ser que sólo la médula del tallo presente ennegrecimiento y se pueden formar tubérculos aéreos en el tallo pero cuando hay suficiente humedad y las temperaturas son elevadas, la enfermedad avanza rápidamente y la planta completa se marchita y muere.

Los síntomas se presentan en cualquier estado de desarrollo de la planta.

El ataque a los tubérculos se produce en el suelo antes de la recolección o en el almacén, y los tubérculos que se utilizan como semilla se pudren después de la siembra.

La infección de los tubérculos se realiza a través del estolón que los une a la planta madre o bien a través de las lenticelas o heridas, en cuyo caso los tubérculos presentan áreas circulares húmedas, ligeramente hundidas y de color castaño.

Los tubérculos que provienen de plantas infectadas pueden mostrar síntomas que van desde una decoloración vascular en la zona del ombligo hasta una podredumbre total que afecta a todo el tubérculo; la típica es la podredumbre blanda del tejido medular que parte de la base del estolón y se extiende hasta zonas diversas del tubérculo en dirección a la corona. El tejido afectado es húmedo, de color crema que se va oscureciendo y de consistencia blanda y existe una clara separación entre el tejido sano y el enfermo, por lo que la parte afectada puede desprenderse con facilidad. Este tejido viscoso tiene un característico olor desagradable.

La contaminación de la semilla con *Erwinia* es favorecida por presencia de humedad en el suelo y por temperaturas frescas. La bacteria sobrevive durante el invierno en tallos o en tubérculos infectados.

Prevención y lucha

Las medidas de prevención de la enfermedad incluyen:

- Plantar semilla libre de *Erwinia* y si es posible sin trocear; en caso de sembrar semilla troceada, tratarla con fungicida o dejar que suberice el corte antes de la siembra y desinfectar continuamente el equipo de corte de la semilla.

- Evitar plantar en suelo frío y húmedo y si se prevén problemas, cubrir la semilla con poca tierra.

- Si se planta semilla troceada, hacerlo en suelos bien drenados.

- Evitar el riego excesivo del campo.

- No pasarse en el abonado nitrogenado.

- Limpiar y desinfectar continuamente el equipo que se usa tanto para trocear, como plantadoras, cosechadoras y el equipo de manipulación de la patata, para evitar la contaminación.

- Manipular cuidadosamente la patata durante la recolección para evitar heridas, cortes o golpes.

- Procurar efectuar la recolección con tiempo seco para facilitar el secado rápido y la cicatrización de las heridas y así eliminar las vías de entrada de la bacteria y también evitar que el sol incida durante mucho tiempo sobre los tubérculos.

- Hacer rotaciones de cultivo lo más amplias posibles.

- Eliminar los montones de tierra y desechos de patatas, que constituyen fuentes de inóculo, que luego pueden transmitir los insectos.

16.2. Marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*)

El organismo causal de esta enfermedad es un bacilo Gram negativo con un flagelo polar. Esta bacteria que vive en el suelo, tiene un amplio rango de hospedantes, entre las que se encuentran malas hierbas además de todas las solanáceas.

Síntomas

Los primeros síntomas que se observan en el campo en las plantas afectadas son unas ligeras marchiteces en los folíolos de las puntas de las ramas, sobre todo durante las horas más calurosas del día. Las plantas afectadas se recuperan durante la noche al bajar las temperaturas pero la marchitez es progresiva y se hace más evidente cada día que pasa hasta que finalmente la planta muere.

Los síntomas que se observan en el campo son la marchitez, enanismo y amarilleamiento del follaje y pueden aparecer en cualquier estado de desarrollo de la planta.

Inicialmente, solo una rama de la planta puede presentar síntomas. Las hojas marchitas palidecen, toman una coloración verde claro y finalmente se tornan de color castaño, sin que se produzca enrollamiento de los bordes a medida que se van secando los folíolos.

La zona vascular del tallo se vuelve marrón cuando es invadida por las bacterias. El taponamiento de los vasos del anillo vascular del tallo es lo que produce la marchitez y muerte de la planta, al cortar el suministro de agua a la zona superior de la misma.

A veces aparece un color marrón en la superficie exterior de los tallos afectados, lo que les da una apariencia rayada o estriada (*ver fotos 16.77 y 16.78*).

Un signo que puede servir para hacer el diagnóstico es la presencia de gotitas brillantes de color castaño grisáceo que exudan del xilema cuando se hace un corte transversal en el tallo. Si se ponen en contacto dos superficies de corte del tallo infectado y luego se alejan lentamente, se pueden ver hilos delgados de mucosidad.

Los tubérculos que se forman en plantas enfermas pueden o no estar infectados. Los tubérculos infectados, a su vez, pueden o no presentar síntomas externos, dependiendo del estado de desarrollo de la enfermedad cuando se produce el arranque de los tubérculos.

El primer síntoma de la enfermedad que se puede apreciar en el tubérculo es un círculo marrón más o menos completo que se puede ver al hacer una sección transversal en la zona de los ojos o en la zona del ombligo coincidiendo con el anillo vascular.

Cuando el tubérculo está infectado de forma clara, si se corta transversalmente y se aplica una ligera presión, salen del anillo vascular gotas blanquecinas de exudado bacteriano. Este exudado se mezcla con la tierra y la mezcla de exudado bacteriano y suelo se seca y se adhiere a la superficie del tubérculo.

Los tubérculos dejados en la tierra siguen su proceso de podredumbre; las bacterias continúan destruyendo los tejidos que rodean el anillo vascular y finalmente se rompe la piel apareciendo grietas. En este momento otros organismos penetran en el tubérculo y aceleran la podredumbre de manera que lo que queda del tubérculo es una masa viscosa de olor desagradable.

Prevención y lucha

Para prevenir esta enfermedad también llamada podredumbre parda se recomienda:

— Usar semilla libre de *Pseudomonas* y a ser posible sembrar tubérculos enteros; en caso de usar semilla troceada desinfectar los utensilios de corte.

- Hacer rotación de cultivos lo más amplia posible no poniendo otras solanáceas en la alternativa y eliminando las malas hierbas que sirven de hospedantes.
- En caso de aparición de la enfermedad hay que aplicar tanto a los tubérculos como a las fincas donde se han producido, las medidas de cuarentena que establece la legislación.

16.3. Necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*)

La necrosis o podredumbre anular bacteriana es una enfermedad producida por un bacilo corto, sin movilidad y Gram positivo.

Síntomas

A diferencia de la marchitez bacteriana, los síntomas de esta enfermedad no se suelen manifestar en la planta hasta el final del ciclo de cultivo aunque las plantas pueden estar infectadas sin presentar síntomas.

Cuando se presentan síntomas, éstos empiezan con marchitez de hojas y tallos.

Normalmente son las hojas inferiores las primeras en marchitarse, enrollándose hacia arriba ligeramente en los márgenes y adquiriendo un color verde pálido. Después aparecen unas manchas amarillentas en los espacios intervenales. A veces solo uno o dos tallos de la planta presenta síntomas continuando el resto de la misma con una apariencia normal y saludable.

Cuando se corta transversalmente un tallo afectado, los tejidos de la zona vascular son de color marrón y puede aparecer un exudado blanco lechoso.

Esta muerte que se produce al final del ciclo de cultivo más que a la obstrucción de los vasos se suele deber al deterioro de las raíces, que no son capaces de alimentar a la planta (ver fotos 16.79, 16.80 y 16.81).

En los tubérculos afectados por necrosis bacteriana la infección de los tubérculos comienza por el ombligo y avanza por el tejido vascular. La podredumbre empieza en la zona que está inmediatamente debajo de la piel dando lugar a la podredumbre en forma de anillo o "podredumbre anular". Este tejido afectado se puede desmenuzar fácilmente.

El mismo exudado blanco lechoso que puede aparecer en el tallo puede salir también del anillo vascular del tubérculo afectado abierto por la mitad, cuando se ejerce una ligera presión. Además de este exudado, otros síntomas que pueden aparecer en el tubérculo son:

- transparencia o vitrosidad de los tejidos que rodean el anillo vascular, especialmente en la zona más cercana al ombligo.

- hinchamientos, deformaciones externas, fisuras y hendiduras.

- oquedades entre el anillo vascular y los tejidos colindantes.

El organismo sobrevive de una campaña a otra en tubérculos infectados ya sea en almacén o en los que han quedado en el campo después de la recolección (bortas o bordas). La infección se realiza a través de heridas en los tubérculos hechas por la maquinaria de recolección y siembra, o los cuchillos o máquinas que se usan para partir la semilla.

La principal vía de dispersión de la enfermedad es la utilización de tubérculos enfermos al efectuar la siembra.

Prevención y lucha

Las posibilidades de infección a partir de tubérculos afectados disminuyen a medida que las temperaturas son más altas.

El único medio de control es la utilización de semilla libre de infección, acompañado de fuertes medidas sanitarias como:

- Utilizar patata de siembra controlada oficialmente.
- Sembrar tubérculos enteros, sin trocear.
- Eliminar la vegetación espontanea y malas hierbas de los bordes de parcelas y caminos.
- Eliminar las "bortas" de las fincas, evitando dejar plantas o tubérculos aislados después de la recolección.
- Establecer rotaciones amplias en las que la patata tarde en volver a cultivarse en la misma finca.
- Desinfección de aperos, almacenes y maquinaria de todo tipo que se utiliza en la siembra, cultivo, recolección y almacenaje de la patata en la que se sospeche que hay algún tubérculo afectado.
- En caso de que aparezca la enfermedad tanto los tubérculos afectados como las fincas en las que se hayan producido deben ser sometidos a cuarentena en las condiciones que establece la legislación.

16.4. Sarna común (*Streptomyces scabies*)

El organismo causal ha sido introducido prácticamente en todos los suelos en los que se cultiva patata debido al uso de semilla infectada aunque, existen evidencias de que ya se encontraba como flora nativa en muchos suelos.

Síntomas

El tipo de lesión que causa la Sarna está determinado por el terreno y en cierto modo por la mayor o menor susceptibilidad de la variedad.

Pueden aparecer dos tipos de sarna común en los tubérculos: uno de ellos produce manchas marrones que al principio son pequeñas pero que después se agrandan y adquieren una apariencia corchosa; a veces estas manchas penetran en la superficie del tubérculo y cuando se quita el tejido afectado deja profundos hoyos. En la otra forma de sarna común llamada sarna superficial, las lesiones aparecen como pequeñas zonas rugosas a veces tan numerosas que casi llegan a cubrir toda la superficie del tubérculo; en este tipo de sarna se pueden formar ligeras protuberancias con una depresión en el centro de las mismas; estas lesiones están cubiertas con una pequeña cantidad de tejido corchoso (ver fotos 16.82 y 16.83).

Normalmente, la sarna común se presenta en suelos alcalinos, con un pH por encima de 7; sin embargo hay razas de esta bacteria que pueden crecer y provocar infección con pH menores de 5.

A veces las lesiones de sarna se confunden con lenticelas anormalmente grandes.

Las lesiones pueden ser desde poco profundas, con el tejido subyacente corchoso y afectando a una zona pequeña del suber, hasta lesiones que profundizan más o que afectan a toda la superficie del tubérculo.

No hay síntomas en la parte aérea de la planta.

Prevención y lucha

La siembra continua de patata en la misma finca aumenta los daños y la intensidad de la enfermedad; por ello es aconsejable distanciar las siembras sucesivas de patatas.

Para mejorar el control sobre la Sarna es necesario mantener una adecuada humedad del suelo (el óptimo es la capacidad de campo) durante el período de tuberización y crecimiento de los tubérculos.

Hay que evitar el uso de semilla con Sarna, aunque semilla infectada nos puede producir tubérculos sanos y semilla sana nos puede dar tubérculos enfermos.

Cuando se aplican al terreno grandes cantidades de estiércol también se corre el riesgo de que aparezcan problemas de sarna.

Normalmente se asocian los problemas de sarna con fincas con un pH alto y por ello hay que evitar la aplicación excesiva de cal en el suelo porque aumenta el pH y se recomienda el uso de fertilizantes sulfurados y ácido formantes con el objeto de aumentar la acidez del suelo.

Enfermedades producidas por hongos

Los hongos son microorganismos complejos que a veces producen enfermedades en las plantas. Lo más característico de los hongos es un crecimiento vegetativo filamentoso llamado micelio; los hongos se reproducen por unas estructuras que pueden ser sexuales o asexuales llamadas en general esporas aunque pueden recibir nombres particulares como: clamidiosporas, conidiosporas, esporangiosporas, zoosporas, etc. En función del lugar donde se producen las esporas, éstas se denominan: ascosporas, basidiosporas y oosporas y en base a ellas se clasifican los hongos.

Algunos de los hongos que atacan a la patata viven en el suelo, mientras que otros invernan en restos tanto de tubérculos como de vegetación de patatas.

Los hongos penetran tanto en la planta como en el tubérculo a través de heridas, aberturas naturales como son las lenticelas o por penetración directa a través de la epidermis. Una vez que el hongo ha entrado en el tubérculo o en la hoja se produce un crecimiento de los filamentos miceliales, bien ramificándose directamente dentro de la célula o creciendo en los espacios intercelulares.

Los hongos son diseminados por: viento, lluvia, tierra, insectos, agua de drenaje, maquinaria o herramientas contaminadas y sobre todo por tubérculos infectados. Las condiciones ambientales en las que crece la planta tienen un efecto directo tanto en la aparición como en el desarrollo de la enfermedad.

Ciertas enfermedades producidas por hongos se ven favorecidas por el clima frío y húmedo mientras que otras se desarrollan bajo condiciones de calor y sequía.

Cuando se da la coincidencia de presencia del organismo causal y condiciones ambientales favorables se produce la aparición de la enfermedad.

17.1. Mildiu o Tizón Tardío (*Phytophthora infestans*)

Es una de las enfermedades más importantes de la patata y una de las que más pérdidas económicas produce en el mundo.

Síntomas

La infección en el campo se produce más fácilmente en condiciones de baja temperatura y alta humedad con cielos cubiertos que son las condiciones en que hay más producción de zoosporas, aunque la propagación de la enfermedad una vez aparecida es mucho más rápida con alta humedad ambiental y con altas temperaturas que es lo que necesitan las esporas para germinar.

Los síntomas iniciales típicos en vegetación son unas manchitas de color verde claro o verde oscuro, cerca de los bordes de los folíolos, que evolucionan a lesiones necróticas grandes de color castaño a negro y que se diseminan por los peciolo hacia el tallo. Bajo condiciones favorables de humedad se forma un moho vellosa en el borde de las lesiones y especialmente en el envés de las hojas.

Cuando se infectan los tallos y los peciolo, éstos se vuelven de color marrón y si hay suficiente humedad ambiental en poco tiempo se puede producir la muerte de toda la planta.

Con humedad y temperatura altas el mildiu se propaga rápidamente y en pocos días puede afectar a todo el campo si no se hacen los tratamientos adecuados. Las plantas enfermas, en su proceso de podredumbre y descomposición despiden un olor fétido característico.

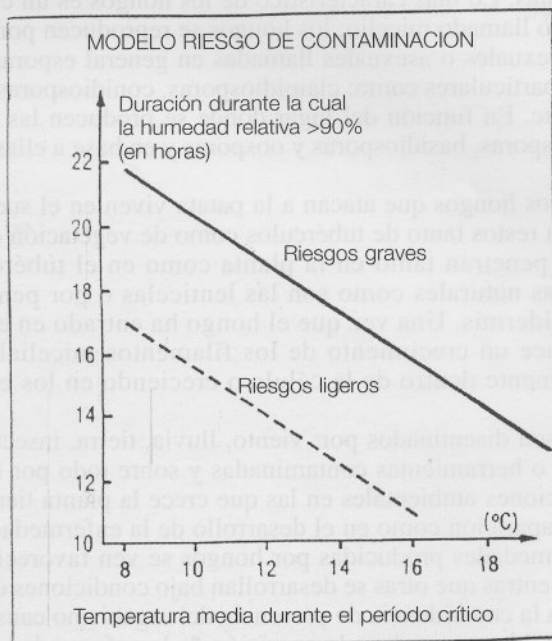


Fig. 28. Abaco GUNTZ-DIVOUX para el modelo de riesgo de contaminación por *Phytophthora infestans*.

La infección inicial en los tubérculos se manifiesta como una podredumbre seca, superficial, de color marrón rojizo que avanza irregularmente hacia el interior del tubérculo.

En los tubérculos afectados la piel presenta áreas irregulares, ligeramente hundidas, de color castaño caoba o rojizo. La podredumbre del tubérculo avanza de fuera hacia adentro. El límite entre los tejidos sano y enfermo no es muy definido.

Al principio, el tejido afectado en el interior del tubérculo es firme y seco con una textura granular o de azúcar caramelizado de color castaño. Después suelen aparecer podredumbres blandas producidas por la invasión de otros patógenos hasta que el tubérculo se pudre totalmente echando agua.

A veces los tubérculos se pudren en el campo, sobre todo en las zonas bajas que se encharcan pero también se pueden contaminar con esporas durante las operaciones de recolección y mostrar los síntomas más tarde durante el almacenaje. Con temperatura y humedad altas la podredumbre afecta a todo el tubérculo mientras que si la temperatura del almacén es baja el tejido se mantiene bastante firme.

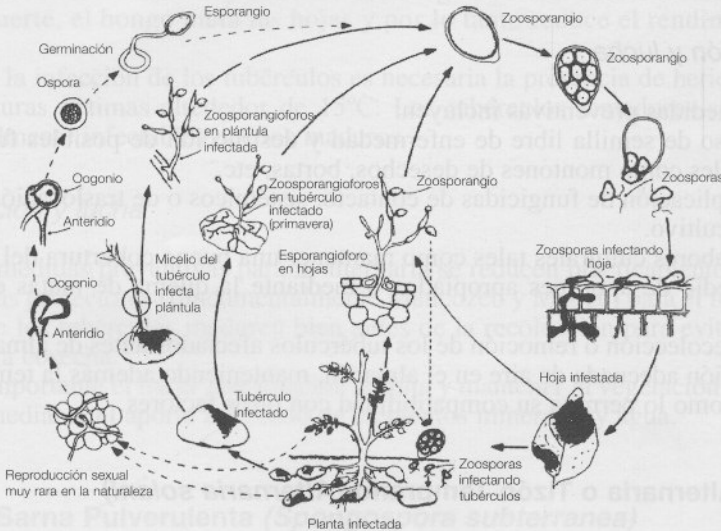


Fig. 29. Ciclo de *Phytophthora infestans*. G.N. AGRIOS 1978.

Los tubérculos, sobre todo los que no están bien cubiertos por tierra, o donde hay grietas en el terreno, pueden infectarse en el campo, por las esporas que caen de las hojas como consecuencia del lavado que ejerce el agua de riego o de lluvia o en el momento de la recolección por contacto con el follaje afectado.

Hay diferentes fuentes de inóculo productor de la enfermedad. El hongo inverna en tubérculos infectados pero también los montones de restos del cultivo en las inmediaciones de los almacenes son una fuente primaria de infección porque en estos montones suele haber tubérculos infectados por el mildiú; los brotes jóvenes

provenientes de estos tubérculos también están infectados. Estas infecciones normalmente tienen lugar en las primeras fases del cultivo, antes de que el agricultor haya hecho tratamientos (ver fotos 17.84, 17.85 y 17.86).

Las esporas pueden ser transportadas por los vientos dominantes a las parcelas cultivadas donde infectan a las plantas que están emergiendo; estas infecciones tempranas se extienden rápidamente cuando hay lloviznas, nieblas o tormentas.

Cuando se empieza a ver el mildiu en la finca aparece como pequeñas manchas aisladas en las hojas superiores o en los tallos de las plantas de patata; si la enfermedad aparece a la vez en diferentes fincas de una zona extensa, lo más probable es que haya sido dispersada por el viento (ver fotos 17.87 y 17.88).

Otra forma de aparición de la enfermedad es a partir del tubérculo sembrado, subiendo por el tallo hasta la superficie del suelo, esporulando y provocando la infección de la vegetación. Sin embargo, muchas veces estos brotes enfermos mueren antes de emerger del suelo, especialmente si el tubérculo madre se ha plantado profundo.

Prevención y lucha

Las medidas preventivas incluyen:

- Uso de semilla libre de enfermedad y destrucción de posibles fuentes de inóculo tales como montones de desechos, bortas, etc.

- Aplicación de fungicidas de contacto, sistémicos o de traslocación protectores del cultivo.

- Labores culturales tales como mantener una buena cobertura del tubérculo por medio de aporques apropiados o mediante la quema de matas en fincas afectadas.

- Recolección o remoción de los tubérculos afectados antes de almacenarlos y circulación adecuada de aire en el almacén, manteniendo además la temperatura tan baja como lo permita su compatibilidad con otros factores.

17.2. Alternaria o Tizón Temprano (*Alternaria solani*)

La alternaria es una enfermedad producida por el hongo *Alternaria solani* que suele afectar a los tallos y hojas de la patata y en menor medida a los tubérculos.

Síntomas

La infección suele empezar por las hojas de abajo que son las más viejas. Las lesiones aparecen al principio como pequeñas manchas circulares que van oscureciendo a medida que crecen.

A menudo, aunque no siempre las lesiones presentan anillos concéntricos formados por tejido necrótico hundido y levantado alternadamente, lo que les da una apariencia característica de "diana" u "ojo de buey"; las manchas adquieren un color mate que varía de marrón oscuro a negro. El tejido foliar que está alrededor y

entre las lesiones, generalmente se vuelve clorótico. Las manchas tienden a estar limitadas por los nervios más gruesos de las hojas.

A veces, aunque no es muy frecuente, la alternaria ataca también al tubérculo. En el tubérculo afectado, las lesiones son oscuras, hundidas, con los bordes ligeramente levantados; la piel que rodea estos bordes está algo arrugada. La pulpa, por debajo de la lesión es seca, de textura corchosa o coriácea y de color amarillo a castaño. El tejido en estado de deterioro avanzado normalmente es blando, húmedo y de color castaño. Los tubérculos con lesiones de alternaria no suelen ser invadidos por organismos secundarios como pasa con otros tipos de podredumbre (ver fotos 17.89 y 17.90).

Alternaria solani inverna en los restos del cultivo que quedan en el suelo. Las plantas que tienen poco vigor, como puede ser el caso de las infectadas por virus o a las que se ha aportado poco fertilizante nitrogenado, están predispuestas al ataque de este hongo.

La enfermedad se desarrolla con mayor rapidez durante los períodos en que se dan condiciones ambientales de humedad y sequía alternativamente como puede ser cuando hay muchos días seguidos con rocío. Cuando el ataque es fuerte, el hongo mata las hojas y por lo tanto reduce el rendimiento del cultivo.

Para la infección de los tubérculos es necesaria la presencia de heridas y unas temperaturas óptimas alrededor de 15°C. Los tubérculos inmaduros son mucho más fácilmente infectables que los maduros.

Prevención y lucha

Las medidas preventivas para la alternaria se reducen prácticamente al uso de fungicidas protectores (fundamentalmente Mancozeb y Maneb) para el follaje y en dejar que los tubérculos maduren bien antes de la recolección para evitar heridas durante la cosecha.

Es importante el hacer una rotación amplia y mantener la vegetación sana y vigorosa mediante el aporte adecuado de elementos minerales y agua.

17.3. Sarna Pulverulenta (*Spongospora subterranea*)

La sarna pulverulenta es una enfermedad fungosa que ataca al tubérculo. La infección de los tubérculos se produce por las lenticelas, heridas y a veces por las yemas. El hongo causante de la enfermedad vive en el suelo y la infección se produce durante el crecimiento de los tubérculos.

Síntomas

Los síntomas son pústulas de color castaño purpúreo que se extienden lateralmente debajo de la piel, formando lesiones con forma de granos. El aumento de tamaño y la división de las células de la patata, empuja y rompe la piel formando una especie de verrugas de color blanco.

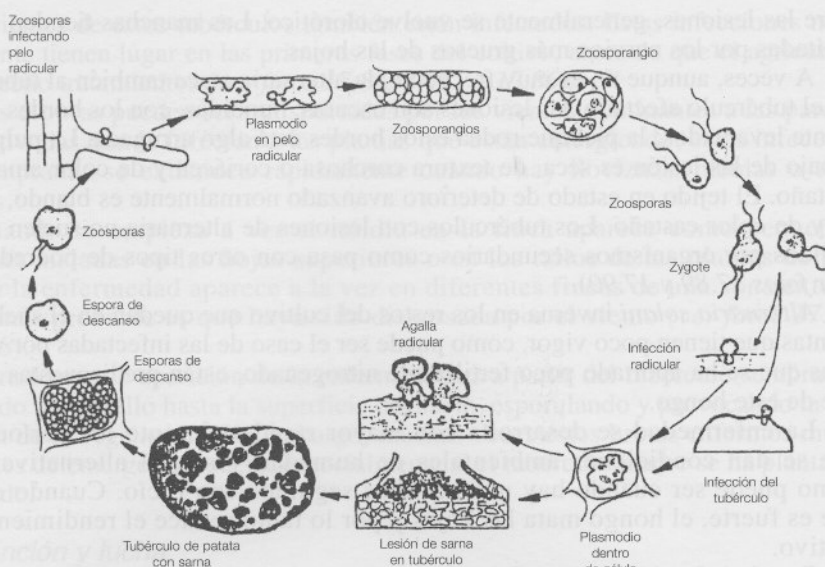


Fig. 30. Ciclo de *Spongospora subterranea*. G.N. AGRIOS 1978.

La lesión está normalmente rodeada por los bordes levantados de la piel desgarrada, dejando una depresión superficial llena de una masa pulverulenta, que son esporas aglutinadas.

La infección también se puede presentar en las raíces y en los estolones y los síntomas son similares a los que se ven en los tubérculos.

El inóculo se extiende por el viento y por los tubérculos portadores de esporas. La infección temprana de raíces y tubérculos se ve favorecida por la presencia de humedad y temperatura baja en el suelo.

Prevención y lucha

Las medidas preventivas para esta enfermedad comprenden:

- Uso de semilla libre de la enfermedad.
- No sembrar en terrenos contaminados.
- Hacer una rotación de cultivos lo mas amplia posible para la patata.
- Es preferible sembrar en suelos porosos y bien drenados.

17.4. Sarna Verrugosa (*Synchytrium endobioticum*)

La sarna verrugosa es una enfermedad que se caracteriza por el crecimiento de verrugas en toda la superficie de la patata excepto en las raíces.

Síntomas

Donde más normalmente aparecen las verrugas es en la base de los tallos, en los estolones y en los tubérculos; a veces se han visto incluso en las hojas y en las flores.

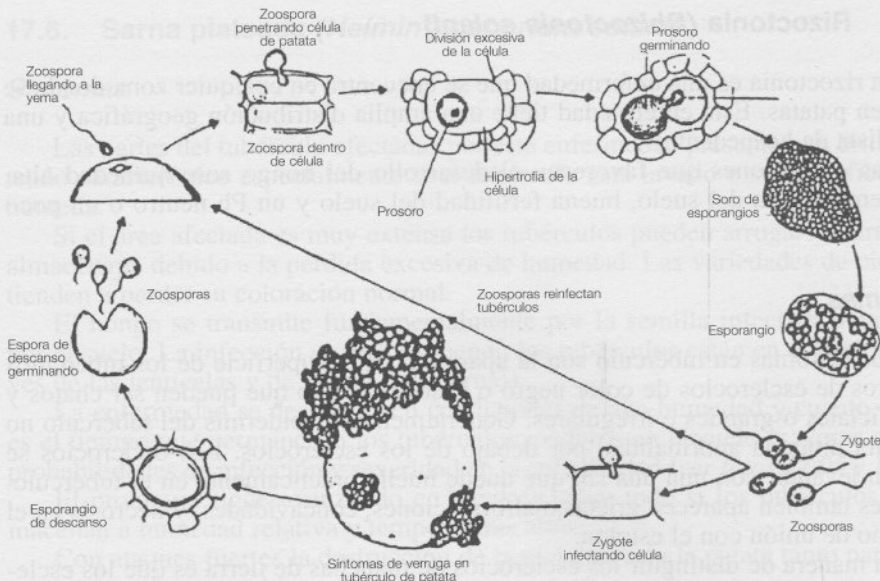


Fig. 31. Ciclo de *Synchytrium endobioticum*. G.N. AGRIOS 1978.

Los síntomas que primero aparecen son verrugas o tumores de tamaño variable, en la base del tallo, de color verde o castaño y que se van volviendo cada vez más oscuras. También se forman agallas en el extremo del estolón y en los ojos del tubérculo. Los tubérculos afectados pueden llenarse completamente de agallas que al principio son de color claro, pero que van oscureciendo a medida que se van deteriorando. Las verrugas que crecen por encima del nivel del suelo son de color verde debido a la clorofila.

Esas verrugas son blandas y más o menos esféricas; su tamaño varía desde el de un guisante a una masa que cubre todo el tubérculo por completo.

El hongo puede vivir en el suelo durante mucho tiempo. Cuando los tubérculos con verrugas se dejan en el suelo, tardan poco en deteriorarse y liberan millones de esporas que dejan la finca infestada durante años.

En los suelos infestados donde se implanta pradera el hongo puede permanecer activo en el suelo durante más de 20 años.

La diseminación del hongo por el campo se realiza por medio de tubérculos infectados, aperos, maquinaria, recipientes, etcétera.

Prevención y lucha

No hay medio de lucha contra la enfermedad.

Se está tratando de evitar la propagación de la enfermedad por medio de medidas legislativas de cuarentena.

Si se detectase la enfermedad, tanto los tubérculos como las fincas donde se hubieran producido serían sometidos a cuarentena en las condiciones que establece la legislación.

17.5. Rizoctonia (*Rhizoctonia solani*)

La rizoctonia es una enfermedad que se encuentra en cualquier zona donde se cultiven patatas. Esta enfermedad tiene una amplia distribución geográfica y una larga lista de hospedantes.

Las condiciones que favorecen el desarrollo del hongo son: humedad alta, baja temperatura del suelo, buena fertilidad del suelo y un Ph neutro o un poco ácido.

Síntomas

Los síntomas en tubérculo son la aparición en la superficie de los tubérculos maduros de esclerocios de color negro o castaño oscuro que pueden ser chatos y superficiales o grandes e irregulares. Generalmente la epidermis del tubérculo no presenta ninguna anomalía por debajo de los esclerocios. Los esclerocios se pueden levantar con una uña sin que quede huella prácticamente en el tubérculo. A veces también aparecen grietas, malformaciones, concavidades, y necrosis en el extremo de unión con el estolón.

La manera de distinguir los esclerocios de manchas de tierra es que los esclerocios no se van al lavar el tubérculo mientras que la tierra u otras adherencias sí se van; por ésto, los americanos dicen que la rizoctonia es "la suciedad que no se lava" (ver fotos 17.91, 17.92, 17.93 y 17.94).

Los daños más graves se producen en la planta en primavera, poco después de la siembra; el hongo mata los brotes subterráneos retrasando o anulando su emergencia, especialmente en suelos fríos y muy húmedos.

El resultado son campos con faltas de nacimiento, crecimiento desigual, plantas débiles y en definitiva reducción del rendimiento.

Los brotes que llegan a emerger también se infectan, formándose chancros o heridas en la base de la parte emergida de los tallos en desarrollo.

A menudo se ven depresiones profundas que llegan a estrangular al tallo.

Las plantas atacadas fuertemente por Rizoctonia suelen tener unos pocos tubérculos situados cerca de la superficie del suelo; también suelen presentar tubérculos aéreos de color verde o rojizo como resultado de la interferencia en la traslocación del almidón y también suelen aparecer a veces tubérculos agrietados y malformados.

Prevención y lucha

Las medidas preventivas incluyen el uso de semilla libre de la enfermedad aunque si el suelo está muy infectado, el usar semilla sana o hacer un tratamiento de la semilla no es efectivo.

La incidencia más o menos grave de la enfermedad viene determinada por la temperatura y humedad del suelo siendo mucho más acusada en suelos que se encharcan cuando las temperaturas son bajas. Cuando se prevean estas condiciones es aconsejable sembrar superficialmente para acelerar la emergencia.

Como siempre, es aconsejable establecer rotaciones amplias y en este caso meter dentro de la alternativa cereales ya sea para grano o para forraje.

17.6. Sarna plateada (*Helminthosporium solani*)

Síntomas

Las partes del tubérculo afectadas por esta enfermedad presentan un brillo plateado característico especialmente si el tubérculo está lavado o su superficie está húmeda.

Si el área afectada es muy extensa los tubérculos pueden arrugarse durante el almacenaje, debido a la pérdida excesiva de humedad. Las variedades de piel roja tienden a perder su coloración normal.

El hongo se transmite fundamentalmente por la semilla infectada y también por el suelo. La infección se realiza cuando los tubérculos están en el suelo, a través de las lenticelas y de la piel (peridermo).

La enfermedad se desarrolla en condiciones de alta humedad y cuanto mayor es el tiempo que permanecen los tubérculos maduros en el suelo mayores son las probabilidades de infección y severidad de la enfermedad (*ver fotos 17.95 y 17.96*).

El problema sigue avanzando en almacén, sobre todo si los tubérculos se almacenan a humedad relativa y temperaturas altas.

Con ataques fuertes la destrucción de la piel deprecia la patata tanto para consumo como para siembra.

Prevención y lucha

Las medidas preventivas se reducen prácticamente a usar semilla libre de la enfermedad y a tratar la semilla con fungicidas.

Es recomendable efectuar la recolección de los tubérculos tan pronto hayan madurado.

Otra medida preventiva puede ser el ventilar el almacén para desecar los tubérculos y almacenar a temperaturas lo más bajas posible siempre que permitan la cicatrización de las heridas y eviten el desarrollo de otras enfermedades de almacenaje.

Rotaciones amplias de cultivo disminuyen tanto la incidencia como la severidad de la sarna plateada.

17.7. Gangrena (*Phoma exigua*)

La gangrena es una enfermedad que afecta a los tubérculos almacenados. En ciertas partes también se le da el nombre de podredumbre "en ojal" debido al aspecto que adquiere la fina piel rasgada de la parte afectada del tubérculo.

Síntomas

En las heridas, ojos o lenticelas de los tubérculos aparecen pequeñas depresiones de color oscuro que se van agrandando para formar lo que se conoce como "huellas del dedo pulgar" o lesiones irregulares de bordes definidos.

En el interior del tubérculo, el tejido afectado se diferencia muy bien del tejido sano. La gangrena produce una podredumbre seca.

La semilla infectada o contaminada produce tallos infectados, en los cuales la infección permanece latente durante el período de cultivo, a menos que los tallos se marchiten y mueran. Las gotas de lluvia arrastran las esporas hacia el suelo y diseminan el inóculo a las plantas vecinas. Antes de la recolección los tubérculos se infectan a través de las lenticelas, especialmente en condiciones de alta humedad del suelo. La gangrena se desarrolla más intensamente después de la recolección, debido a las heridas causadas en los tubérculos.

La alta humedad y temperaturas bajas en la recolección, almacenaje y calibrado aumentan la incidencia de la gangrena por ser desfavorables a la cicatrización de las heridas.

Prevención y lucha

La prevención de esta enfermedad comprende:

- Evitar daños en la epidermis de los tubérculos y dejar cicatrizar las heridas.
- Evitar la exposición a temperaturas bajas especialmente si se han producido heridas.
- Quemar las matas y hacer la recolección tan pronto como sea posible.

17.8. *Fusarium (Fusarium solani)*

Varias especies de hongos del género *Fusarium* provocan diferentes problemas en las patatas: marchiteces en la planta, podredumbre seca de tubérculos en almacenaje y podredumbre del tubérculo madre sembrado. Además de *Fusarium solani* otras especies implicadas en estos problemas son *Fusarium oxysporum* y *Fusarium sambucinum*. Todos ellos son hongos de suelo.

Síntomas

Marchiteces

En las marchiteces producidas por *Fusarium* aparece amarilleamiento de las hojas inferiores de la patata seguido de marchitez. A veces el efecto de la infección se presenta en las plantas lentamente y éstas van cayendo gradualmente.

Puede aparecer una podredumbre en la corteza de la parte subterránea del tallo. Los tejidos leñosos del tallo toman un color variable de amarillo a marrón y normalmente esa decoloración va avanzando de abajo a arriba; la decoloración es más acusada en los nudos.

Tanto el clima cálido como la humedad y el riego favorecen el desarrollo de la enfermedad en la parte aérea.

Podredumbre seca de los tubérculos

La podredumbre seca debida a *Fusarium* causa daños en los tubérculos almacenados y por tanto también en la semilla de patata.

Las lesiones se inician en las heridas y se extienden lentamente. En las partes afectadas el peridermo se hunde y arruga, formando a veces anillos concéntricos a medida que el tejido se va secando.

Los tubérculos podridos se arrugan y se momifican si no se han producido antes infecciones secundarias de *Erwinia* y otras bacterias.

A menudo aparecen cavidades que contienen moho de diferentes colores. También en la superficie de los tubérculos infectados se pueden desarrollar masas de esporas de diferentes colores (ver fotos 17.97 y 17.98).

Los factores que favorecen la podredumbre del tubérculo por *Fusarium* incluyen: heridas, tierra o sustancias extrañas adheridas a la superficie del tubérculo, altas temperatura y humedad de almacenaje e infección del tubérculo con otras enfermedades como pueden ser: mildiu, alternaria, sarna común, etc.

Podredumbre de la semilla

La semilla se infecta durante el almacenaje a través de heridas, o durante la siembra, por las heridas que se producen en la manipulación y el enterrado.

En la semilla que se trocea, el corte es la vía de acceso más importante para el patógeno.

La podredumbre por *Fusarium* puede ser acelerada ante la presencia de bacterias causantes de podredumbre blanda.

En los campos afectados por *Fusarium* se aprecia una gran variabilidad en el tamaño de las plantas, además de faltas de nacimiento.

Si la temperatura y humedad del suelo son adecuadas para un desarrollo y emergencia rápidos de los brotes, la podredumbre de la semilla después de la siembra, ya sea la semilla entera o esté troceada, tendrá poca incidencia y la nascencia será buena en el campo. En suelos fríos y con poca humedad, con condiciones poco adecuadas para una rápida brotación y emergencia de los tallos, las pérdidas por podredumbre de semilla pueden ser muy acusadas.

Prevención y lucha

Entre las medidas preventivas se incluyen:

- Plantar semilla sana y si es posible sin trocear.
- Establecer una rotación de cultivos amplia.
- Evitar golpes y heridas durante la recolección y almacenaje y facilitar la cicatrización de las heridas proporcionando buena ventilación y alta humedad relativa.
- Hacer tratamiento fungicida de la semilla y sobre todo si es troceada.
- Sembrar cuando el suelo tenga una humedad y temperatura suficientemente altas como para proporcionar el rápido desarrollo de los brotes y emergencia y para que el corte cicatrice.

17.9. Verticilosis (*Verticillium albo-atrum*)

Verticillium albo-atrum, el hongo que produce la verticilosis es un organismo que vive en el suelo y que tiene muchos hospedantes tanto solanáceas como no solanáceas.

El hongo puede invernar en el suelo adherido a los tubérculos, bien como micelio, bien como microesclerocios y también puede invernar dentro del tubérculo pero en este caso como micelio. Otro lugar donde se puede encontrar el hongo es en los restos de cultivo que quedan en el suelo.

Síntomas

En las plantas enfermas, las hojas empiezan a marchitarse a partir de la base de los tallos y la marchitez va subiendo por la planta hasta que a veces sólo queda un copete de hojas verdes en todo lo alto. Al principio las hojas amarillean y luego van oscureciendo hasta volverse marrones.

A veces la enfermedad se manifiesta en uno sólo o en varios tallos de la planta, pero no en todos. El interior del tallo de las plantas afectadas siempre está decolorado. El xilema o parte leñosa primero se pone amarillo volviéndose luego marrón rojizo, apreciándose el avance de esta decoloración desde la base a la parte superior del tallo. Para confirmar el diagnóstico de verticilosis se puede observar la decoloración del xilema quitando la corteza en la parte inferior del tallo o cortando el tallo en ángulo agudo a la altura del nivel del suelo; si el problema es verticilosis, el tejido leñoso que está debajo de la corteza es de color marrón en vez de blanco o amarillo pálido que es el color del tejido sano. La decoloración se puede extender todo alrededor del tallo o limitarse a un sólo lado.

En el anillo vascular de la planta se observa un color castaño que se aprecia mejor en la base o cuello del tallo.

Una característica es que el tallo afectado muere prematuramente pero permanece erguido, excepto los extremos tanto del tallo como de los peciolos que sí pueden caer.

En los tubérculos infectados se puede ver un color castaño claro en el anillo vascular; sin embargo, este síntoma no sirve por sí sólo para diagnosticar ya que también es producido por: frío, quema de matas, etc.

El hongo causante de la enfermedad actúa preferentemente con temperaturas altas.

El hongo puede encontrarse, como ya se ha dicho, en el suelo o bien en la semilla plantada, penetrando en la planta a través del sistema radicular y difundiéndose al resto de la planta por la savia en movimiento.

La savia transporta al hongo hasta los tubérculos produciendo la decoloración indicada, en el anillo vascular.

Prevención y lucha

Las medidas recomendadas para evitar la incidencia y desarrollo de la enfermedad incluyen:

- Plantar semilla sana.
- Desinfectar el suelo con fungicidas en el momento de la siembra.
- Hacer una rotación amplia, para distanciar todo lo posible el cultivo de patata en la misma finca.

17.10. Mancha en la piel (*Oospora pustulans*)

Mancha en la piel es el nombre dado a una enfermedad producida por el hongo *Oospora pustulans* que puede ser importante en el caso de que afecte a la zona de los ojos en patata de siembra porque impediría la brotación de la semilla. Aun-

que en España no es problemática, es corriente en los países del norte de Europa y en América.

Síntomas

En las raíces, estolones y tallos subterráneos pueden aparecer lesiones de color marrón claro que se agrandan hasta que el tejido se agrieta.

En los tubérculos aparecen pequeñas pústulas oscuras en cualquier parte, aisladas o agrupadas; estas pústulas tienen un color marrón oscuro en el exterior y marrón oliva en el interior.

A veces se ven lesiones marrones en los brotes de los tubérculos almacenados en un ambiente húmedo. Si se utilizan tubérculos afectados para sembrar, el nacimiento puede ser irregular y se puede producir un retraso en la emergencia de las plantas.

La enfermedad aparece más frecuentemente en campañas húmedas y frías y en suelos fuertes o arcillosos.

Prevención y lucha

Como medidas preventivas de esta enfermedad podemos recomendar:

- Plantar semilla libre de la enfermedad.
- Hacer una rotación amplia de cultivos.
- Aplicar fungicidas a los tubérculos que van a ser almacenados.

— *Myzus persicae*.

— *Aulacostium solani*.

— *Macrosiphum euphorbiae*.

— *Aphis nasturtii*.

Otras vías de propagación de los virus son medios mecánicos como los elementos de corte usados en el tuccejo de la semilla, la maquinaria o incluso la fricción natural de unas plantas contra otras en el campo.

Los virus se detectan por serología con la utilización de la técnica ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay).

En cuanto a las medidas de control de las enfermedades víricas podemos decir que no existen métodos específicos para el control de los virus ya que cualquier sustancia que actúe contra el virus lo haría también contra la propia planta por lo que la única forma posible de lucha es evitar su aparición o propagación.

En este capítulo vamos a incluir también las enfermedades de cuarentena producidas por viroides y micoplasmas.

Enfermedades producidas por virus

Las enfermedades viróticas de la patata forman uno de los grupos más importantes de las enfermedades que afectan a este cultivo y que causan pérdidas económicas a los agricultores.

Los virus son cadenas de un ácido nucleico con una cubierta proteica y no son visibles sino a través del microscopio electrónico.

Los virus en patata reducen el vigor de las plantas y la posibilidad de utilizar los tubérculos como semilla porque se perpetúan en los tubérculos aunque las plantas de patata pueden ser portadoras de virus sin presentar síntomas.

Aunque los virus se pueden transmitir de muchas maneras diferentes, aparte de por la semilla que es la vía más importante de propagación, los principales vectores que transmiten los virus son los áfidos o pulgones; entre los pulgones transmisores de virosis en patata los más importantes son:

- *Myzus persicae*.
- *Aulacortum solani*.
- *Macrosiphum euphorbiae*.
- *Aphis nasturtii*.

Otras vías de propagación de los virus son: medios mecánicos como los elementos de corte usados en el troceo de la semilla, la maquinaria o incluso la fricción natural de unas plantas contra otras en el campo.

Los virus se detectan por serología con la utilización de la técnica ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay).

En cuanto a las medidas de control de las enfermedades viróticas podemos decir que no existen métodos curativos para el control de los virus ya que cualquier sustancia que actuara contra el virus lo haría también contra la propia planta por lo que la única forma posible de lucha es evitar su aparición o propagación.

En este capítulo vamos a incluir también las enfermedades de cuarentena producidas por viroides y micoplasmas.

18.1. Virus del enrollado (PLRV)

Es una de las enfermedades más serias que afectan al cultivo de patata; se transmite por áfidos y es responsable de grandes reducciones en el rendimiento; en ciertos casos, los rendimientos de las plantas afectadas pueden sufrir una merma de hasta el 80% de la producción de una planta normal.

Síntomas

Los síntomas iniciales se presentan en la hojas jóvenes, las cuales se muestran erectas, enrolladas y con enrojecimientos o clorosis en los bordes. Las infecciones primarias, o sea cuando la contaminación se produce en ese mismo cultivo, si son tempranas producen un enrollado característico de las hojas de la parte superior de la planta pero no producen enanismo. Los síntomas primarios pueden no manifestarse en el caso de infecciones tardías.

Las infecciones secundarias, o sea cuando la planta se origina a partir de un tubérculo infectado, presentan los folíolos inferiores enrollados y las hojas superiores con un color más claro (Clorosis). Normalmente las hojas se ponen rígidas y coriáceas.

Las hojas afectadas crujen si se frota con la mano. Cuando las plantas crecen, el enrollado se extiende a las hojas de la parte superior y suele afectar a la planta completa. Las plantas afectadas son de color más claro que las sanas (*ver fotos 18.99 y 18.100*).

Cuando el ataque es fuerte, al cortar el tubérculo puede apreciarse a simple vista una necrosis reticulada interna que depende de la variedad de la que se trate.

El virus puede ser transmitido por tubérculos enfermos y por áfidos. Al ser un virus persistente necesita un período de incubación dentro del pulgón y éste será infectivo durante toda su vida.

El pulgón tiene que alimentarse en la planta sana para infectarla.

Las plantas provenientes de tubérculos infectados y las bortas sirven como fuente de inóculo, a partir de las cuales se extiende el virus.

Prevención y lucha

— Uso de semilla controlada oficialmente, que debe tener un porcentaje muy bajo de tubérculos enfermos.

— Cultivo de variedades poco susceptibles a este virus, o más o menos resistentes.

— Lucha contra los áfidos transmisores mediante el uso de insecticidas sistémicos o de choque.

18.2. Virus Y (PVY)

El virus Y de la patata se está convirtiendo en un gran problema en la producción de patata de siembra. La aparición de nuevas razas del virus que dan síntomas más leves en vegetación en algunas variedades pero sirven de fuente de inóculo o de razas como la NTN que produce síntomas en los tubérculos hace que la bús-

queda de nuevos métodos de lucha contra esta enfermedad o la perfección de los existentes sea una de las prioridades de todos los estamentos involucrados en la producción de semilla de patata.

Síntomas

Los síntomas de esta enfermedad en vegetación varían mucho dependiendo de la raza de virus Y de que se trate y de la variedad de patata; van desde clorosis muy suave hasta necrosis severa y muerte de las plantas afectadas.

Cuando la infección es tardía, no se ven síntomas en vegetación pero los tubérculos llevan consigo la enfermedad.

Las razas más comunes son PVY^o, PVY^c y PVYⁿ.

Las infecciones primarias de PVY^o, es decir cuando la planta es infectada en el campo por pulgón o por otra causa, normalmente se manifiesta como necrosis, moteado o amarilleamiento de los folíolos, fragilidad, decaimiento de las hojas y a veces muerte prematura.

La necrosis comienza con manchas en los folíolos que avanzan hasta que los folíolos y las hojas completas se curvan manteniéndose pegadas al tallo. A veces estos síntomas se ven en uno sólo de los tallos de la planta pero al avanzar el cultivo se suelen ver también en el resto de los tallos. Si la infección se produce tarde durante el período de cultivo, no aparecerán síntomas en la planta pero los tubérculos producidos por esa planta son portadores de la enfermedad.

Las infecciones secundarias de PVY^o, es decir cuando la planta se origina a partir de un tubérculo infectado, son: plantas más pequeñas de lo normal, hojas rugosas, moteadas y acartonadas y a veces necrosis en el follaje y en tallos. El síntoma en vegetación es lo que se denomina un mosaico (*ver foto 18.101*).

El moteado de las hojas puede ser enmascarado cuando se producen temperaturas altas o cuando el abonado nitrogenado ha sido muy fuerte, pero la enfermedad se puede identificar por la apariencia rugosa de la superficie y bordes de las hojas.

Los nervios del envés de las hojas más bajas de la planta afectada suelen presentar zonas necróticas que parecen líneas negras dibujadas con un tiralíneas.

Las plantas afectadas están como atrofiadas y mueren prematuramente.

En los tubérculos, el único síntoma es la reducción de su tamaño debido a los daños sufridos por la vegetación.

En los últimos años se está extendiendo cada vez más una raza de virus Y denominada PVY^{NTN}. Aunque algunos investigadores tienen la teoría de que se trata de un nuevo virus, la opinión generalizada es que ha aparecido una nueva raza de PVY. Esta raza fue citada por primera vez en Eslovenia en el año 1989 como causante de una grave enfermedad en los tubérculos de patata que incluso obligó a abandonar el cultivo de la variedad "Igor" que era muy utilizada en la zona. En España no ha aparecido en plan masivo y en ciertas variedades como "Hermes" o "Monalisa" hasta 1995 (*ver fotos 18.102 y 18.103*).

Sea una nueva raza de PVY o un nuevo virus, el caso es que esta nueva enfermedad, además de producir los síntomas típicos del virus Y en vegetación produce síntomas en tubérculo. Los síntomas que se observan en tubérculo son: al principio aparecen unos anillos circulares de color marrón o canela sobresaliendo sobre la piel del tubérculo, sobre todo en la zona de los ojos o yemas; posteriormente es-

tas zonas circulares se deprimen al morir las células que las forman y a medida que van muriendo células hacia el interior del tubérculo, se va acentuando la depresión y el tejido muerto va tomando una apariencia corchosa, llegando a producirse grietas o hendiduras al romperse la piel.

La diseminación de PVY depende fundamentalmente de la presencia de áfidos alados aunque también se puede transmitir por el elemento de corte al trocear la semilla, por las sembradoras de pinchos, por la maquinaria al pasar por el cultivo y por la fricción de hojas enfermas con hojas sanas si hay heridas por donde pueda penetrar el virus es decir que el elemento contaminante es el jugo celular o la savia infecciosa del tubérculo o de la planta enferma.

Este virus es llevado en el estilete del insecto y transmitido en pocos segundos en forma no persistente, es decir que el pulgón coge el virus de una planta enferma y lo va transmitiendo a plantas sanas pero deja de infectar al poco tiempo.

Prevención y lucha

— Uso de semilla controlada oficialmente, que debe de tener un porcentaje muy bajo de tubérculos enfermos.

— Cultivo de variedades resistentes o al menos poco susceptibles.

— Lucha contra los áfidos transmisores de este virus mediante la aplicación de insecticidas al follaje en las épocas en que haya vuelos de pulgones evitando si es posible que se posen sobre el cultivo mediante el uso de repelentes.

18.3. Virus leves

Estos virus causan problemas más leves que el PLRV y que el PVY que son los considerados oficialmente por la legislación como virus graves.

También la disminución de cosecha causada por estos virus es mucho menor.

Vamos a describir brevemente las características de cada uno de estos virus.

18.3.1. Virus A (PVA)

Es un virus del grupo "Y", transmisible por áfidos de forma no persistente. Se transmite también por el jugo celular y por semilla de tubérculos.

Los síntomas varían desde inexistentes hasta un moteado clorótico.

18.3.2. Virus M (PVM)

Normalmente no se presenta solo, sino que va acompañado por el PVX y/o PVS.

Los síntomas aéreos varían de muy leves a severos e incluyen moteado, mosaico, enrollado y retorcimiento de los folíolos.

Se transmite por áfidos en forma no persistente y también por medios mecánicos y por semilla de tubérculos.

18.3.3. *Virus S (PVS)*

El PVS prácticamente no da síntomas en las plantas de las variedades cultivadas de patata.

Cuando hay síntomas éstos se manifestaban como una ligera rugosidad de la hoja.

El PVS se transmite mecánicamente por medio de savia infectiva y su diseminación normal es por contacto con plantas enfermas. También es transmitido por el pulgón *Myzus persicae* en forma no persistente y por semilla (tubérculo).

18.3.4. *Virus X (PVX)*

Sus síntomas varían desde la inexistencia en parte aérea de las plantas (sólo hay reducción de cosecha) hasta la presencia de un mosaico, rugoso o no.

El virus X no se transmite por pulgones, sino por contactos (de raíces, de hojas, etcétera), por el paso de maquinaria, viento, etc; también se transmite por insectos masticadores ya que el jugo de las plantas es el infectivo, y por semilla (tubérculos).

Prevención

— Como todos los virus son transmitidos por la semilla de tubérculos, la principal medida preventiva es utilizar semilla sana.

— En el caso del PVA, PVM y PVS todo lo que contribuya a bajar la población de áfidos redundará en la prevención de estos virus. Al ser transmitidos en forma no persistente, habrá que utilizar insecticidas de choque.

18.4. *Virus de la marchitez apical (TSWV)*

Esta enfermedad llamada también "Necrosis de los brotes" o TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) es frecuente en las regiones subtropicales donde puede producir grandes pérdidas económicas.

Los vectores que transmiten esta enfermedad son unos insectos llamados trips; entre ellos, *Thrips tabaci* y varios del género *Frankliniella*. El virus es adquirido solamente por las formas inmaduras de estos trips y transmitido sólo por los adultos. Algunos de los tubérculos provenientes de plantas enfermas pueden estar sanos, lo mismo que algunos tallos provenientes de un tubérculo enfermo, pero esto no es lo normal.

Síntomas

Los síntomas primarios son la aparición de manchas necróticas en las hojas, necrosis del tallo, muerte de la copa de uno o más tallos y a veces muerte de toda la planta. Lo normal es que sólo muera la parte superior de la planta.

Las lesiones cloróticas o necróticas pueden aparecer en los puntos donde se han alimentado los trips. Las lesiones en las hojas pueden aparecer en zonas concéntricas, alternando zonas necróticas y verdes en una forma parecida a las manchas típicas de *Alternaria*.

Los tubérculos producidos por una planta enferma pueden ser normales o tener malformaciones tales como grietas o manchas de color marrón o negro en su interior; estas manchas son visibles al cortar el tubérculo.

Entre los síntomas de las infecciones secundarias en los brotes provenientes de tubérculos infectados podemos destacar: necrosis, muerte prematura y diversos grados de atrofia o enanismo. Otro síntoma es un tipo de crecimiento en rosetón, con hojas ásperas de un color verde oscuro. Puede ocurrir que las hojas no presenten manchas necróticas ni anillos concéntricos pero muchas de las plantas enfermas sobreviven con un rendimiento mínimo en tubérculos que además generalmente son pequeños y deformados.

Prevención y lucha

La lucha contra esta enfermedad es muy difícil y por eso ha sido declarada de cuarentena pero entre las medidas a tomar para luchar contra la misma podemos citar:

- Utilizar semilla controlada oficialmente.
- Aplicar insecticidas tanto sistémicos como de choque para evitar que los vectores transmitan la enfermedad.
- Establecer una alternativa amplia de cultivo.
- Si apareciese la enfermedad, tanto los tubérculos afectados como las fincas donde se hubiesen producido serán puestos en cuarentena en las condiciones que establece la legislación.

18.5. Viroide del tubérculo ahusado (PSTV)

El agente causal de esta enfermedad es un viroide es decir, es una partícula minúscula formada por una cadena de ácido ribonucleico libre sin cubierta proteica. Su nombre PSTV son las siglas inglesas de Potato Spindle Tuber Viroid.

Síntomas

Las plantas infectadas por el viroide del tubérculo ahusado no son fáciles de detectar en el campo; tienden a ser más erectas que las no infectadas y suelen tener un porte ahusado; las hojas son de un verde más oscuro del normal.

Los folíolos tienden a formar un ángulo de unos 45° con el tallo principal. Si un observador se coloca justo encima de la planta y mira directamente hacia la copa de la misma, esta parece estar ligeramente girada en el sentido de las agujas del reloj. Estos síntomas se ven mucho mejor con temperaturas altas y pueden estar enmascarados cuando las temperaturas son bajas.

El síntoma más evidente de esta enfermedad es el tubérculo alargado. Los tubérculos son largos, más o menos cilíndricos y con los extremos puntiagudos, sobre todo la zona del ombligo. La sección transversal de estos tubérculos tiende a ser circular en vez de aplanada como en los tubérculos normales; además, estos tubérculos tienen más ojos y éstos son más visibles o remarcados que en los sanos.

Este viroide produce una enfermedad muy peligrosa porque es muy transmisible por la savia. Los brotes y ojos de los tubérculos sanos pueden ser infectados

por la savia o jugo de los tubérculos enfermos troceados recientemente. El viroide puede ser transmitido también por los elementos de corte utilizados para trocear, por maquinaria contaminada y por muchos insectos, incluido el escarabajo de la patata.

Este viroide tiene un gran número de plantas hospedantes en muchas de las cuales no da síntomas. La planta indicadora por excelencia para este viroide es el tomate.

Prevención y lucha

El PSTV es una enfermedad difícilísima de controlar pero algunas medidas que se pueden tomar son:

- Usar semilla controlada oficialmente.
- Si es posible, plantar semilla entera mejor que troceada.
- Dejar secar el corte de la semilla troceada antes de efectuar la siembra. Desinfectar los elementos de corte.
- Desinfectar los equipos de siembra, cultivo y manipulación así como almacenes y elementos de transporte.
- Controlar los insectos vectores de la enfermedad.
- Establecer una alternativa amplia de cultivo.
- Si se detectase la enfermedad, tanto los tubérculos afectados como las fincas donde se hubiesen producido deben ser sometidos a cuarentena en las condiciones que establece la legislación.

18.6. Punta morada (*Micoplasma stolbur*)

Stolbur es una enfermedad que se ha descrito en prácticamente todos los continentes y que en algunas regiones de América puede ser muy destructivo y causar grandes pérdidas económicas.

Síntomas

Los folíolos de las hojas superiores se enrollan y toman un color morado de donde toma su nombre la enfermedad. Es corriente el ver tubérculos aéreos y a veces también se ve una proliferación de yemas axilares en la planta. A veces sólo un tallo de la mata está afectado. Las plantas suelen ser enanas y morir prematuramente. En el campo, en los tallos inferiores de la planta suele aparecer necrosis cortical y decoloración vascular.

En el momento de la recolección la planta enferma suele tener tanto tubérculos maduros como inmaduros; se suelen formar tubérculos flácidos, como de goma.

Cuando el micoplasma sobrevive al almacenaje en los tubérculos que se utilizan como semilla, las plantas que crecen de estos tubérculos presentan síntomas. En el caso más normal de que el agente causal no sobreviva en los tubérculos, las plantas de segundo año pueden no presentar síntomas pero son de menor tamaño que las normales e incluso a veces no llegan a emerger. A veces los tubérculos afectados producen brotes ahilados, filamentosos.

El principal vector del Stolbur es el insecto *Macrostelus fascifrons* y otras pequeñas chicharras. Ni las ninfas ni los adultos del insecto pueden adquirir el patógeno de la planta de patata; la transmisión a la patata se produce cuando la chicharra se ha alimentado de otro hospedante infectado dos o tres semanas antes de alimentarse en la planta de patata.

La enfermedad no se transmite mecánicamente por jugos de la planta enferma.

Prevención y lucha

Entre las medidas preventivas podemos citar:

- Utilizar semilla controlada oficialmente.
- Hacer tratamientos insecticidas para luchar contra los insectos vectores de la enfermedad.

- Si aparece la enfermedad, establecer cuarentena en las condiciones que dispone la legislación.

18.7. Virus Rattle

El virus rattle es una enfermedad transmitida a través del suelo y más concretamente por mediación de nematodos. También es conocida como TRV por las siglas inglesas correspondientes a "tobacco rattle virus".

Síntomas

Los síntomas primarios aparecen en los tallos poco después de la emergencia, cuando se alimentan en ellos los nematodos de los géneros *Trichodorus* y *Paratrichodorus* que son portadores del virus y suelen consistir en la aparición de zonas cloróticas.

Los síntomas secundarios se manifiestan al aparecer en las hojas un moteado con manchas amarillentas irregulares. La vegetación suele ser de tamaño menor del normal y suele ser característico que los pares de folíolos son diferentes (*ver foto 18.104*).

El tipo y severidad de los síntomas en tubérculo varían con el grado de infestación de nematodos que presente el suelo, época de infección, raza del virus, variedad de patata, condiciones ambientales como pueden ser humedad y temperatura, y si la infección es primaria y secundaria. Normalmente consisten en la aparición de zonas necróticas en la carne de los tubérculos en forma de arco o de anillo que se suelen originar a partir de la superficie. A veces aparecen grietas y malformaciones en el exterior del tubérculo.

Prevención y lucha

Los nematodos de los dos géneros citados que son los transmisores de la enfermedad prefieren los suelos sueltos y arenosos.

Aunque la enfermedad se puede transmitir a través de los tubérculos que se siembran, no es éste el caso más frecuente, sino que suele ser el movimiento de

suelo infestado con nematodos virulíferos el medio más eficaz de diseminación de la enfermedad.

Entre las medidas que se pueden recomendar para el control de esta enfermedad podemos destacar:

- efectuar rotaciones amplias de cultivos en las que se distancie un cultivo de patata de otro.
- hacer tratamientos con nematicidas en las fincas sospechosas.
- lavar y desinfectar los aperos después de efectuar una labor en las fincas sospechosas.

Plagas de nematodos e insectos

19.1. Nematodos

Los nematodos son animales multicelulares, generalmente microscópicos que poseen los principales sistemas fisiológicos con excepción del respiratorio y del circulatorio.

En general, los nematodos tienen forma de gusano delgado; son cilíndricos alargados, con diferenciaciones en la cabeza y en la cola y algunos segmentados externamente pero sin que esta segmentación afecte al interior.

En algunas especies las hembras en su madurez pueden tomar formas diferentes al macho, que sigue el patrón general descrito.

Normalmente los nematodos viven en el suelo o en el agua, pudiendo diferenciarse en función de su forma de vida en:

- fitoparásitos si viven a expensas de las plantas.
- zooparásitos si viven a expensas de animales.
- libres si no causan daño a plantas ni animales.

Desde el punto de vista biológico los nematodos fitoparásitos se dividen en tres categorías:

- endoparásitos, cuando llegan a raíces y hacen la puesta de los huevos en el interior de las plantas.
- semi-endoparásitos, si se fijan a las raíces sobre las que viven, pero efectúan la puesta en el exterior de la planta.
- ectoparásitos, si se encuentran en el suelo fuera de las raíces y pican a éstas con su estilete eventualmente.

Hay numerosas especies de nematodos que afectan a la patata pero los problemas nematológicos más graves de este cultivo en España hasta el momento, suelen relacionarse fundamentalmente con los nematodos formadores de quistes (*Globodera rostochensis* y *G. pallida*) y con los nematodos formadores de nódulos o agallas de la raíz (*Gouletia Meloidogyne*) (ver ítems 19.105 y 19.106).

Otros nematodos, como el de la plastrón del tubérculo (*Dorylaimus destructor*) no es problema hasta ahora en España pero sí lo es y grande en Alemania y otros países de nuestro entorno.

Plagas de nematodos e insectos

19.1. Nematodos

Los nematodos son animales multicelulares, generalmente microscópicos que poseen los principales sistemas fisiológicos con excepción del respiratorio y del circulatorio.

En general, los nematodos tienen forma de gusano delgado: son cilíndricos, alargados, con diferenciaciones en la cabeza y en la cola y algunos segmentados exteriormente pero sin que esta segmentación afecte al interior.

En algunas especies las hembras en su madurez pueden tomar formas diferentes al macho, que sigue el patrón general descrito.

Normalmente los nematodos viven en el suelo o en el agua, pudiendo diferenciarse en función de su forma de vida en:

- fitoparásitos si viven a expensas de las plantas.
- zooparásitos si viven a expensas de animales.
- libres si no causan daño a plantas ni animales.

Desde el punto de vista biológico los nematodos fitoparásitos se dividen en tres categorías:

- endoparásitos, cuando llegan a adultos y hacen la puesta de los huevos en el interior de las plantas.
- semi-endoparásitos, si se fijan a las raíces sobre las que viven, pero efectúan la puesta en el exterior de la planta.
- ectoparásitos, si se encuentran en el suelo fuera de las raíces y pican a éstas con su estilete eventualmente.

Hay numerosas especies de nematodos que afectan a la patata pero los problemas nematológicos más graves de este cultivo en España hasta el momento, suelen relacionarse fundamentalmente con los nematodos formadores de quistes (*Globodera rostochensis* y *G. pallida*) y con los nematodos formadores de nódulos o agallas de la raíz (Género *Meloidogyne*) (ver fotos 19.105 y 19.106).

Otros nematodos, como el de la pudrición del tubérculo (*Ditylenchus destructor*) no es problema hasta ahora en España pero sí lo es y grande en Alemania y otros países de nuestro entorno.

19.1.1. *Nematodo del quiste (Globodera rostochensis y G. pallida)*

Síntomas

El nematodo del quiste no produce síntomas en la parte aérea de la planta afectada con los cuales se pueda hacer un diagnóstico, pero los daños producidos por el nematodo en las raíces hacen que la planta enferma presente síntomas muy parecidos a los que se observan cuando hay deficiencia de agua o de elementos minerales.

El follaje de la planta atacada por una alta población de nematodos se vuelve amarillento y si no hay suficiente humedad en el suelo se marchita, llegando incluso a detener su crecimiento y a morir prematuramente.

Se produce una proliferación de raíces laterales, aunque el sistema radicular está menos desarrollado que en las plantas sanas.

El efecto sobre el rendimiento del cultivo depende de la densidad de nematodos presentes en el suelo, llegando en los casos más graves, a ser la causa de que ciertas zonas o fincas no produzcan absolutamente nada.

Organismo causal y ciclo de vida

Los *Globodera* son nematodos que se caracterizan por la formación de quistes, que no son otra cosa que el cuerpo de la hembra repleto de huevos que se convierte en cápsula protectora de color oscuro y resistente a la destrucción.

Dentro del quiste los huevos pueden conservar su capacidad reproductiva por muchos años. Cuando le son propicias las condiciones del medio, se desarrollan hasta alcanzar la segunda fase larvaria.

El avivamiento se ve estimulado por las secreciones de las raíces de las plantas hospedantes.

Al salir las larvas de los quistes, se desplazan hasta las raíces de la planta hospedante, penetran en ella, se fijan en el cilindro central y comienzan su alimentación y desarrollo, pasando en unos días por la tercera y cuarta fase larvarias, más o menos cuando florece la patata.

Al tiempo de la cuarta muda, las hembras salen al exterior, quedando unidas por el cuello a la raíz de la planta. Los machos salen al exterior después de la cuarta muda para buscar por el suelo a las hembras (*ver foto 19.107*).

Las hembras ya fertilizadas se desprenden de las raíces, mueren y se convierten en la cubierta protectora antes citada.

Un sólo quiste puede contener de 100 a 500 huevos. Los huevos que quedan en el quiste pueden avivarse inmediatamente o bien quedar en estado latente si no hay planta hospedante, durante muchos años.

Estos nematodos completan su ciclo de vida entre 5 y 7 semanas, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura del terreno.

Al poner un cultivo de patata en una finca infestada, no todos los quistes avivan al mismo tiempo ni en el mismo cultivo.

La relación entre estos nematodos y la patata es muy fuerte porque el nematodo del quiste tiene una gama muy estrecha de plantas hospedantes y aunque algunas solanáceas silvestres como *Solanum nigrum* pueden actuar como hospedantes,

no es frecuente que parasiten eficazmente otros cultivos, si exceptuamos el tomate y la berenjena.

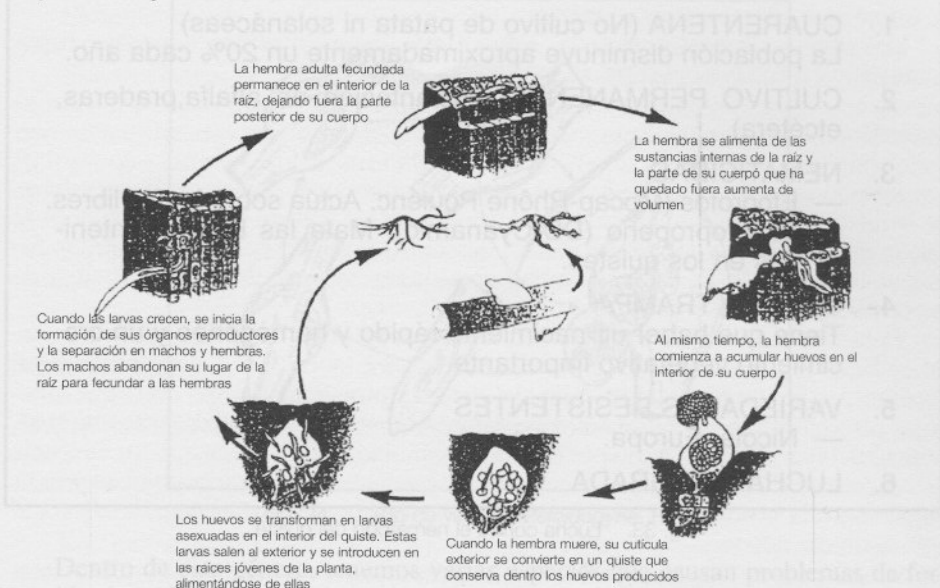


Fig. 32. Ciclo de vida del nematodo del quiste. RHÔNE POULENC.

Este nematodo, al ser endoparásito, requiere la presencia del cultivo para completar su ciclo de vida y multiplicarse.

Como ya se ha dicho, el nematodo del quiste no produce síntomas específicos en la parte aérea; sin embargo, los daños causados en las raíces hacen que la planta enferma muestre síntomas parecidos a los causados por deficiencia de agua o de elementos minerales. La vegetación se vuelve amarillenta y si el suelo no tiene suficiente tempero, las plantas se marchitan.

Normalmente la plaga aparece en las fincas en forma de "rodales" o zonas más o menos circulares.

Aunque la población de nematodos del quiste no se expande por el terreno tan rápidamente como los hongos o bacterias patógenos de patata, una vez que se encuentran en una zona de cultivo son muy difíciles de erradicar.

Prevención y lucha

El nematodo se encuentra más frecuentemente en suelos frescos, en zonas bajas del terreno y en suelos sueltos que favorecen la supervivencia y movimiento de las larvas.

La lucha contra el nematodo es muy difícil y exige la combinación de diferentes medidas de control cuando tenemos el problema en una finca.

LUCHA CONTRA EL NEMATODO DEL QUISTE

1. CUARENTENA (No cultivo de patata ni solanáceas)
La población disminuye aproximadamente un 20% cada año.
2. CULTIVO PERMANENTE (Implantación de alfalfa, praderas, etcétera)
3. NEMATICIDAS
 - Etoprofos (Mocap-Rhône Poulenc. Actúa sobre larvas libres.
 - Dicloropropeno (DD-Cyanamid). Mata las larvas contenidas en los quistes.
4. CULTIVO TRAMPA
Tiene que haber un nacimiento rápido y homogéneo y un crecimiento vegetativo importante.
5. VARIEDADES RESISTENTES
 - Nicola, Europa.
6. LUCHA INTEGRADA

Fig. 33. Lucha contra el nematodo del quiste

Las medidas preventivas que se deben adoptar son:

- No utilizar como semilla patata procedente de zonas infectadas o que no esté certificada por algún servicio oficial de control.
- Hacer una rotación amplia de cultivos de manera que pase el mayor tiempo posible entre un cultivo de patata y otro.

19.1.2. *Nematodo formador de nódulos (Género Meloidogyne)*

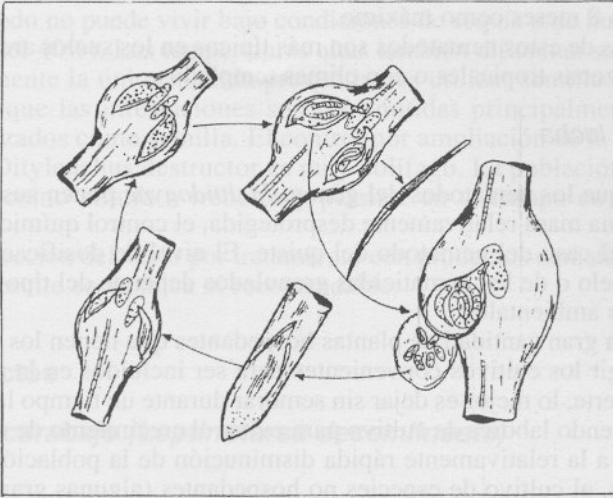
Síntomas

Estos nematodos no producen síntomas aéreos específicos en la planta como para poder diagnosticar la enfermedad pero dependiendo de la cantidad de nematodos que haya, las plantas afectadas pueden presentar diferentes grados de enanismo. Además del bajo porte, las plantas tienden a marchitarse más acusadamente ante la falta de humedad.

Las raíces de las plantas afectadas tienen "agallas" o "nódulos" de diferente forma y tamaño. En los casos más graves, cuando la densidad de nematodos es alta y las condiciones ambientales son favorables para el desarrollo del nematodo, los tubérculos desarrollan nódulos que les dan una apariencia verrugosa; dentro de estos nódulos se encuentran las hembras del nematodo.

La forma de los nódulos varía desde casi esféricos hasta irregulares y rugosos dependiendo de la especie que parasite a la planta. El tamaño de los nódulos tanto en raíces como en tubérculos depende de: la densidad de nematodos, tamaño de la raíz, especie de nematodos y temperatura y otros factores ambientales.

Organismo causal y ciclo de vida

Fig. 34. Ciclo de vida de *Meloidogyne*. FAO.

Dentro de este género, tenemos varias especies que causan problemas de formación de nódulos en el cultivo de patata, entre las que podemos destacar: *Meloidogyne* sp., *M. incognita* y *M. chitwoodi*.

El ciclo de vida del género *Meloidogyne* es similar al de *Globodera*; la diferencia fundamental consiste en que los *Meloidogyne* no forman quistes resistentes.

En la segunda fase larvaria salen del huevo que se encuentra en el suelo, se introducen en las raíces, situándose cerca del extremo de éstas. Permanecen en la raíz en forma sedentaria pasando por la tercera y cuarta mudas. Antes de la cuarta muda los machos empiezan a alargarse y después de pasar la cuarta muda abandonan la raíz.

Las hembras permanecen en el interior de la raíz, pudiendo estar bien implantadas en cuyo caso depositan allí los huevos, o bien encontrarse cerca de la superficie de la raíz con la vulva hacia el exterior en cuyo caso deposita los huevos fuera de la raíz, dentro de una masa gelatinosa.

Durante su alimentación, los nematodos del género *Meloidogyne* producen una secreción que afecta a las células de la raíz y que produce un engrosamiento debido a la formación de células gigantes por disolución de las paredes celulares y fusión de varias células en una sola, dando lugar a los llamados "nudos", "agallas" o "nódulos". Estos "nódulos" que caracterizan los ataques del género, generalmente son visibles a simple vista y deprecian el tubérculo para su comercialización.

Aunque en climas tropicales el número de generaciones es continuo, superponiéndose una con otra a lo largo de todo el año, en nuestras condiciones climatológicas las larvas desaparecen durante el invierno, quedando sólo los huevos.

Estos nematodos completan su ciclo de vida entre 4 y 6 semanas, siempre y cuando estén en presencia de un medio y cultivo adecuados.

Al no pasar por formas persistentes, en ausencia de planta hospedante su población disminuye rápidamente; dependiendo de las condiciones ambientales puede durar de 6 a 8 meses como máximo.

Los ataques de estos nematodos son más típicos en los suelos arenosos o limo-arenosos y en zonas tropicales o con climas templados.

Prevención y lucha

Debido a que los nematodos del género *Meloidogyne* ponen sus huevos fuera de la raíz, en una masa relativamente desprotegida, el control químico es algo más eficaz que en el caso del nematodo del quiste. El nivel de dosificación de los fumigantes de suelo o de los nematicidas granulados depende del tipo de suelo y de las condiciones ambientales.

Debido a la gran cantidad de plantas hospedantes que tienen los *Meloidogyne*, no es fácil elegir los cultivos convenientes para ser incluidos en la rotación. Si el problema es fuerte, lo mejor es dejar sin sembrar durante un tiempo las fincas afectadas pero haciendo labores de cultivo para evitar el crecimiento de malas hierbas, porque debido a la relativamente rápida disminución de la población en ausencia de hospedantes, el cultivo de especies no hospedantes (algunas gramíneas principalmente) o la no siembra, requiere mucho menos tiempo que el necesario para el nematodo del quiste.

Es evidente que la primera medida de prevención es no utilizar semilla contaminada.

19.1.3. Nematodo de la podredumbre (*Ditylenchus destructor*)

Síntomas

No se observan síntomas específicos en la parte aérea de la planta. Donde se ven los síntomas de la plaga es en los tubérculos. Este nematodo entra en los tubérculos a través de las lenticelas. Los tubérculos afectados presentan manchas de color blanco tiza o ligeramente coloreadas debajo de la piel. Después el tejido se oscurece por invasión de organismos secundarios como hongos y bacterias. La epidermis se vuelve delgada como papel y se resquebraja debido a que el tejido que está debajo de la piel se seca y encoge. El tubérculo puede pudrirse completamente por invasión de bacterias.

Organismo causal y ciclo de vida

Al nematodo se le encuentra únicamente en tubérculos y estolones.

El nematodo que sirve como inóculo se introduce al utilizar como semilla, tubérculos enfermos pero también puede sobrevivir en el suelo, parasitando hongos y malezas. *Ditylenchus destructor* penetra en los tubérculos pequeños a través de las lenticelas o de la epidermis cercana a los ojos.

Una vez el nematodo dentro del tubérculo, se va multiplicando y las lesiones van aumentando o bien se puede quedar latente y pasar el invierno en estado de huevo que eclosiona cuando se produce actividad germinativa en el tubérculo.

Prevención y lucha

El nematodo no puede vivir bajo condiciones de sequía o de humedad relativa baja (menos del 40%). Las temperaturas altas también dificultan su desarrollo.

Prácticamente la única medida preventiva es utilizar semilla libre de contaminación porque las infestaciones son transmitidas principalmente por los tubérculos utilizados como semilla. El control por ampliación de la rotación es difícil porque *Ditylenchus destructor* es muy polífago. La población se multiplica con cultivos como alfalfa o tréboles y persiste en el campo en muchas malas hierbas.

La desinfección del suelo por tratamiento con productos nematocidas no es una medida que resulte económica ni recomendable.

19.2. Insectos

19.2.1. Escarabajo (*Leptinotarsa decemlineata*)

Daños

Los daños producidos por el escarabajo son muy espectaculares, al devorar principalmente las larvas, la parte aérea de la planta. Los adultos también se alimentan de las plantas pero el daño ocasionado por ellos es mucho menor que el de las larvas.

Ciclo de vida

El escarabajo de la patata es un coleóptero de color amarillo y negro a rayas en los adultos y rojo con puntos negros en las larvas, que se alimenta de la parte aérea de la planta, llegando a dejar sólo los tallos, lo que anula el desarrollo de la misma (ver fotos 19.108, 19.109 y 19.110).

Pasan el invierno enterrados en el suelo en forma de ninfa; en primavera aparecen en forma de adultos; los adultos se aparean y la hembra deposita los huevos agrupados, que son amarillos, en el envés de las hojas.

Las larvas que nacen de estos huevos, a los diez días más o menos son las que con su gran voracidad causan la mayor parte de los daños en la vegetación.

Cuando las larvas maduran, caen al suelo y se entierran en forma de ninfas. En España tienen dos generaciones anuales. Tanto Canarias como Baleares están libres de escarabajo (ver fotos 19.111 y 19.112).

La plaga se extiende por el vuelo de los escarabajos adultos y porque se adhieren a plantas, envases o a los propios tubérculos en su comercialización.

Lucha

La lucha contra el escarabajo se hace con productos insecticidas por lo que su control no es problemático.

El momento idóneo para hacer el tratamiento es poco después de eclosionar los huevos, antes de que las larvas causen mucho daño.

Hay que evitar el uso de hexaclorociclohexano (HCH) o sus derivados porque comunican mal sabor a los tubérculos.

19.2.2. Gusano de alambre (*Agriotes spp*)

Daños

Los gusanos del alambre o "alfilerillos" tienen una cutícula dura que les proporciona una cierta rigidez y miden alrededor de 20 mm de longitud.

Los tubérculos atacados presentan pequeñas oquedades de 2 a 3 mm que penetran más o menos profundamente.

En ataques tempranos el tejido cicatriza alrededor del agujero de entrada (*ver fotos 19.113, 19.114 y 19.117*).

El problema fundamental ocasionado por este gusano es la depreciación de la cosecha, pero no influye en el rendimiento del cultivo.

Ciclo de vida

El gusano inverna en las capas profundas del suelo y en primavera sube a la zona radicular; los mayores daños los causa en suelos frescos y profundos de las zonas donde se produce patata, fundamentalmente de media estación y tardía.

Lucha

La lucha contra el alfilerillo se suele hacer aplicando insecticidas al suelo en el momento de la siembra. También es recomendable la inclusión en la rotación de cultivos que exijan laboreos frecuentes.

19.2.3. Gusanos grises (*Agrotis spp*)

Daños

Los daños son causados tanto a los tubérculos como a las plantas por la oruga de estas mariposas del género *Agrotis* spp.

Estas orugas matan las plantas jóvenes, al cortarlas por la zona del cuello.

Las plantas cortadas por la oruga pueden volver a brotar, pero ya presentan retraso y su fuerza o vigor es menor que la de las plantas no atacadas (*ver fotos 19.115 y 19.116*).

En el tubérculo, los daños producidos se manifiestan por las cavidades producidas al ser roídos por la oruga, con lo que ello supone de depreciación de la producción.

Ciclo de vida

La mariposa o insecto adulto de esta plaga pone los huevos en primavera en el suelo, en hojas de patata o en malas hierbas.

Del huevo nace la larva que mide de 3 a 5 mm de longitud y es muy voraz; la larva se alimenta por la noche (también se le conoce como "malduerme") y ataca a las plantas destruyendo la zona del cuello del tallo por lo que la planta muere inmediatamente. Si se escarba en las proximidades de la planta cortada, se encuentra la oruga normalmente enroscada sobre si misma.

La oruga también se alimenta del tubérculo, en el que el daño se manifiesta por las oquedades que deja en las zonas comidas.

Lucha

La lucha contra esta mariposa normalmente se hace con insecticidas aplicados al suelo en el momento de la siembra o bien con cebos envenenados para matar las orugas en sus salidas nocturnas. También es aconsejable destruir los restos de las cosechas con el fuego y dar una labor profunda en otoño.

19.2.4. Afidos (*Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Aulacortum solani*, *Aphis nasturtii*)

Daños

Como ya se dijo al hablar de las virosis o enfermedades producidas por virus, una de las formas más corrientes de propagación es la transmisión por áfidos o pulgones. Los cuatro que aquí se nombran y que son los más aceptados como transmisores o vectores de virus en patata, pueden ser identificados de acuerdo a sus características morfológicas, visibles con lupa y pueden transmitir tanto los virus circulantes (persistentes) como los que son llevados en el estilete (no persistentes) (ver fotos 19.118 y 19.119 y 19.120).

Estos áfidos pueden ser alados o ápteros (sin alas).

Lucha

La lucha contra los pulgones se hace mediante insecticidas sistémicos aplicados al suelo o al tubérculo madre, o bien con insecticidas de choque aplicados en vegetación.

19.2.5. Polilla Palomilla (*Pthorimaea operculella*)

Daños

Los daños de esta plaga se manifiestan por la formación de galerías en el interior del tubérculo, donde se encuentra la larva. Estas galerías deterioran el tubérculo y lo deprecian o inutilizan para su comercialización.

En las galerías abiertas por las larvas se producen infecciones por hongos y bacterias del suelo, que normalmente pudren la patata.

Ciclo de vida

La palomilla es un lepidóptero o mariposa de una longitud de 7 a 9 mm que pone los huevos (entre 80 y 90 por puesta) en la superficie de los tubérculos (lo más corriente) o en las hojas y tallos de la planta.

La larva eclosiona del huevo y roe el tubérculo en los puntos más débiles de su piel, generalmente en ojos y yemas y penetra en su interior excavando galerías. Estas galerías deprecian el tubérculo para el consumo teniendo lugar además infecciones por hongos y bacterias del suelo, lo que origina en muchos casos focos de putrefacción, favorecidos también por las altas temperaturas ya que la "palomilla" es típica de zonas o regiones cálidas y solo vuela con temperaturas muy altas.

En los almacenes, además de los daños en los tubérculos, en cuyos ojos se ven los excrementos de insecto, se ve el vuelo de las mariposas de las siguientes generaciones.

En la lucha contra el insecto hay que contemplar diferentes acciones:

- Sembrar profundo, aporcar bien, mantener el suelo bien regado y sin malas hierbas.

- Utilizar patata de siembra libre de palomilla.
- Tratamiento insecticida en vegetación cuando se vean volar adultos.
- Utilizar trampas con feromonas para el control de los adultos.
- Si se va a almacenar la patata, desinfectar los almacenes.

C A P Í T U L O 20

Productos fitosanitarios

20.1. Fungicidas

Los fungicidas, como su nombre indica, son los productos utilizados para combatir los hongos. Normalmente en los fungicidas agrícolas se suelen mezclar dos o más materias activas de manera que el producto actúe por contacto debido a la acción de una de las moléculas y la otra molécula tenga una acción sistémica o trans-laminar.

20.1.1. *Fungicidas de contacto*

Las principales materias activas de los fungicidas que actúan por contacto son: Captan, Cobre, Folpet, Mancoceb, Maneb, Metiram, Propineb, Zineb, etcétera.

Las características de estos fungicidas de contacto son:

- Son preventivos y por eso deben aplicarse antes de que se produzca la contaminación.
- Son polivalentes, es decir que son efectivos frente a diferentes enfermedades producidas por hongos.
- No penetran en el interior de la planta por lo que son lavados por la lluvia o riegos.
- No migran en la planta; los nuevos brotes no están protegidos.
- Al actuar por contacto no se crean resistencias por parte del hongo.
- Se pueden repetir tratamientos, sobre todo cuando hay lavado por lluvias o riegos o cuando se produce un crecimiento muy rápido.
- La persistencia de la efectividad del producto varía de unos 4 a 8 días.

Los productos más usados son:

<i>Materia activa</i>	<i>Nombre comercial</i>
Clortalonil	DACONIL (Massó)
Mancoceb	SANDOZEBE (Sandoz)
Mancoceb	MANZATE (Du Pont)
Maneb	Varios
Maneb + Zinc	AFROSAN (Afrasa)
Metiram + Cimoxanilo	AVISO (BASF)
Oxicloruro de cobre + Zineb	COPEROL (Cyanamid)
Sulfato cuprocálcico	CUPROCAL (Cyanamid)

20.1.2. *Fungicidas translaminares*

Las principales materias activas de los fungicidas de acción penetrante son: Cimoxanilo y Dimetomorf.

Las características de estos fungicidas que tienen acción penetrante son:

— Penetran en el interior de la planta no a través de la savia, sino translaminarmente, pasando de una célula a otra.

— No protegen los órganos de la planta que se han formado después del tratamiento.

— Su modo de acción es preventiva pero también es curativa en los primeros días de la incubación por bloqueo de la progresión del micelio.

— Tienen acción antiesporulante al reducir tanto la producción de conidias como su germinación.

— La persistencia de su actividad es de unos 8 días.

— Se pueden repetir tratamientos, sobre todo cuando se produce un crecimiento rápido.

— No han aparecido resistencias (que se sepa) a estos fungicidas.

— Básicamente sirven para controlar el mildiu por lo que se suelen asociar con otra materia activa que actúe por contacto para controlar Alternaria y otros hongos.

Los productos más usados son:

<i>Materia activa</i>	<i>Nombre comercial</i>
Cimoxanilo + Mancoceb	REMILTINE (Sandoz)
Dimetomorf + Mancoceb	ACROBAT (Cyanamid)
Fosetyl-Al + Folpet + Cimoxanilo	MIKAL PLUS (Rhône Poulenc)

20.1.3. *Fungicidas sistémicos*

Las principales materias activas de fungicidas que actúan como productos sistémicos son: Benalaxil, Fosetyl-Al, Metalaxil, Ofurace, Oxadixyl, Propineb, etcétera.

Las características de estos fungicidas que tienen acción sistémica son:

— Penetran en el interior y emigran por la planta.

— Al estar en el interior de la planta no hay ningún riesgo de que sean lavados por la lluvia o el riego.

— Tienen acción preventiva pero también acción curativa en los primeros días de la incubación por bloqueo del crecimiento del micelio.

— Protege los nuevos órganos formados después del tratamiento.

— La persistencia de la efectividad del producto es de unos 14 días pero depende de: humedad relativa, temperatura, crecimiento de la planta, presión de la enfermedad, etcétera.

— Penetran en la planta rápidamente; se puede decir como media que a los 30 minutos del tratamiento ya no es lavado.

— Una desventaja de estos productos es que aparecen cepas del hongo resistentes por lo que no se deben repetir tratamientos con la misma materia activa.

— Básicamente controlan el mildiu por lo que se formulan asociados con fungicidas de contacto para controlar también otros hongos.

<i>Materia activa.</i>	<i>Nombre comercial</i>
Cimoxanilo + Cobre + Mancoceb	CUPROSAN PLUS (Rhône Poulenc)
Cimoxanilo + Cobre + Mancoceb	TRI-MILTOX (Sandoz)
Benalaxil + Mancoceb	GALBEN (Cyanamid)
Metalaxil + Mancoceb	RIDOMIL (Ciba Geigy)
Oxadixil + Mancoceb + Folpet	SANDOFAN (Sandoz)
Propineb	ANTRACOL (Bayer)

20.1.4. Para desinfección de tubérculo (semilla)

<i>Materia activa.</i>	<i>Nombre comercial</i>
2-Aminobutano	2-A,B (Brogdex)
Imazalid	DECOZZIL (Inagra)
Maneb + óxido de zinc	AFROSAN (Afrasa)
Tiabendazol	TECTO (MSD Agvet)
Benomilo	BENLATE (Du Pont)

20.2. Insecticidas

20.2.1. Insecticidas de suelo

<i>Materia activa.</i>	<i>Nombre comercial</i>
Aldicarb	TEMIK (Rhône Poulenc)
Clorfenvinfos	BIRLANE (Cyanamid)
Clorpirifos	DURSBAN (Agrocros)
Disulfoton	DISYSTON (Bayer)
Disulfoton	SOLVIREX (Sandoz)
Forato	GEOMET (Cyanamid)
Forato	FORATO (Massó)
Imidacloprid	GAUCHO (Bayer)
Tiofanox	THIOFANOX (Cyanamid)
Clormefos	DOTAN (Rhône Poulenc)

20.2.2. Insecticidas de aplicación aérea

<i>Materia activa.</i>	<i>Nombre comercial</i>
Alfa-cipermetrina	FASTAC (Cyanamid)
Cipermetrina	AMBUSH-CYMBUSH (ICI-Zeltia)
Clorfenvinfos	BIRLANE (Cyanamid)
Deltametrina	DECIS (Procida Ibérica)
Dimetoato	AFIDREX (Cyanamid)
Etiofencarb	CRONETON (Bayer)
Flucitrinato	CYBOLT (Cyanamid)
Lindano	Varios
Metil oxidemeton	METASYSTOX (Bayer)
Cipermetrin	SHERPA (Rhône-Poulenc)

20.3. Nematicidas

<i>Materia activa.</i>	<i>Nombre comercial</i>
Aldicarb	TEMIK (Rhône Poulenc)
Benfuracarb	ONCOL (Agrocros)
Cadusafos	RUGBY (FMC Spain)
Carbofurano	Varios
Dicloropropeno	TELONE (Dow Elanco)
Dicloropropeno	TELONE II (Rhône Poulenc)
Dicloropropeno	DD (Cyanamid)
Fenamifos	NEMACUR (Bayer)
Oxamilo	VYDATE (Du Pont)

20.4. Herbicidas

20.4.1. Herbicidas de hoja ancha

<i>Materia activa</i>	<i>Nombre comercial</i>	<i>Dosis p.c. kg o l/Ha</i>	<i>Observaciones</i>
Bentazona	BASAGRAN (BASF) ZOOM (Inagra)	1,5	En preemergencia hasta la cuarta hoja
Florocloridona	RACER (Stauffer)	2,5-3,5	En preemergencia. No aplicar en suelos arenosos
Linuron	VARIOS	1,5-2	En preemergencia. No aplicar en suelos arenosos
Metazol	MEZOPOR (ICI-Zeltia)	1-2	En preemergencia. No utilizar en suelos arenosos
Metobromuron	PATORAN (BASF)	2,5-4	En preemergencia. No aplicar en suelos arenosos. No labrar después de tratar
Terbutrina	VARIOS	2-3	En preemergencia. No aplicar en suelos muy arenosos o encharcadizos

Fig. 35. Herbicidas para malas hierbas de hoja ancha.

20.2.3. Herbicidas de hoja estrecha

<i>Materia activa</i>	<i>Nombre comercial</i>	<i>Dosis p.c. kg o l/Ha</i>	<i>Observaciones</i>
Cicloxidin	FOCUS (BASF)	0,5-1,5	En postemergencia. Controla perennes. Añadir mojante
Clortal	MUS (Dow-Elanco)	7-10	En preemergencia. Regar si no llueve en 8-15 días
Difernamida	ENIDE (Dow-Elanco)	9-12	En presiembra o preemergencia. Conviene regar
EPTC	EPTAM (Stauffer)	60-80	En presiembra. Distribuir, incorporar y regar. Contra Cyperus
Fluazifop	FUSILADE (Ici-Zeltia)	1,25-2	En postemergencia precoz
Haloxifop	GALANT (Dow-Elanco)	1-4	En postemergencia. Controla grama a dosis altas
Metolacloro	DUAL (Ciba-Geigy)	0,75-3	En preemergencia. No aplicar en suelos arenosos. Regar si no llueve
Napropamida	DEURINOL (Stauffer)	3-4	En preemergencia. Incorporar con labor ligera o riego
Quilazofop	MASTER (Rhône-Poulenc)	1,2-1,7	En postemergencia. Añadir un mojante compatible
Setoxidim	FERVINAL (Schering) GRASIDIM (Inagra)	1,5-2,5	En postemergencia precoz. Dosis altas para perennes

Fig. 36. Herbicidas para malas hierbas de hoja estrecha.

20.2.3. Herbicidas de hoja ancha y estrecha

<i>Materia activa</i>	<i>Nombre comercial</i>	<i>Dosis p.c. kg o l/Ha</i>	<i>Observaciones</i>
Ciamazina	BLADEX (Shell)	2-4	En preemergencia. No controla compuestas
Metribuzina	SENCOR (Bayer)	0,75	En preemergencia. No aplicar en suelos muy arenosos. Consultar a la casa comercial la sensibilidad de variedades
Pendimetalina	STOMP (Cyanamid)	4-6	En preemergencia sobre suelo preparado y libre de malas hierbas
Prometrina	GESAGARD (Ciba-Geigy)	2-4	En preemergencia. No aplicar en suelos arenosos. No controla Galium
Alacloro +Linuron	LASO-LINURON (Monsanto)	4-7	En preemergencia antes que las hierbas tengan dos hojas
Diamazina +Linuron	LINDEX (Shell)	2-3	En preemergencia. No aplicar en suelos muy arenosos
Metolocloro+ Prometrina	CODAL (Ciba-Geigy)	4-7	En preemergencia. No aplicar en suelos muy arenosos
Pendimetalina+ Linuron	ROSEROL (Cyanamid)	5-7	En preemergencia. Esperear 6 meses desde la aplicación hasta la siembra del cultivo siguiente
Terbutrina+	TOPOCARD (Ciba-Geigy)	2-3	En preemergencia. No aplicar en suelos muy arenosos

Fig. 37. Herbicidas para malas hierbas de hoja ancha y estrecha.

C A P Í T U L O 21

Norma de calidad para patata de consumo

La norma de calidad vigente apareció publicada en la "Orden de Presidencia del Gobierno de 6 de julio de 1983 por la que se aprueba la Norma de Calidad para patata de consumo destinada al mercado interior" (BOE número 166 de 13/7/83, páginas 19.546 y 19.547), modificada por la Orden de 29 de octubre de 1986 (BOE de 7/11/86) y es la que se transcribe a continuación.

NORMA DE CALIDAD PARA LA PATATA DE CONSUMO

1. Definición del producto

Con el nombre de "patata de consumo" se conocen los tubérculos procedentes de las variedades cultivadas de *Solanum tuberosum* L. destinadas al consumo humano.

2. Objeto de la norma

El objeto de la presente norma es determinar las características de calidad, envasado y presentación que deben reunir las patatas destinadas al consumo en su estado natural después de su acondicionamiento y manipulación para su adecuada comercialización en el mercado interior.

3. Características mínimas de calidad

3-1. Los tubérculos deben ser:

- Enteros
- Sanos
- Consistentes
- Con el aspecto característico del tipo varietal.

3.2. Deben estar exentos de:

- Humedad exterior anormal
- Olor y sabor, internos o externos, extraños.

3.3. Deben estar prácticamente exentos de:

- Magulladuras
- Picaduras, cortes o heridas
- Germinación
- Enverdecimiento
- Daños causados por el frío
- Fuertes deformaciones (muñones o carretes)
- Tierra u otras materias extrañas visibles, especialmente restos de abonos o productos de tratamiento.

3.4. Los lotes deben estar prácticamente exentos de:

- Tierra
- Piedras
- Brotes no adheridos u objetos extraños.

Se entiende por lote una cantidad de patatas que tienen en común las siguientes características:

- Procedencia
- Cargamento
- Variedad.

4. Calibre

El calibre vendrá dado por la longitud en milímetros del lado de la retícula de una malla cuadrada, por la que de forma natural y más ajustada puedan pasar los tubérculos.

5. Clasificación

Las patatas de consumo humano, por el conjunto de características de variedad, precocidad, presentación y cualidades organolépticas, se clasifican en los siguientes grupos:

- Primor
- Calidad
- Común.

5.1. Patata de primor

La constituirán aquellos lotes de patatas en que concurran las siguientes características:

5.1.1. Haber sido recolectadas antes de su maduración natural, de modo que su epidermis o piel se desprenda fácilmente.

5.1.2. Ser comercializada en el período comprendido entre el 15 de diciembre y el 15 de junio.

5.1.3. Ser de una de las variedades inscritas en el Registro de Variedades Comerciales de la Subdirección General del Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero de la Dirección General de Producciones y Mercados Agrícolas del MAPA.

5.1.4. Calibre: Primor normal, superior a 30 milímetros, primor pequeña, de 17 a 30 milímetros.

5.2. Patata de calidad

La constituirán aquellos lotes de patatas de una cualquiera de las variedades inscritas en el Registro de Variedades Comerciales mencionado en el punto 5-1-3 y con un calibre comprendido entre 40 y 80 milímetros.

Se admite también la comercialización de lotes homogéneos de patata de calidad con calibres comprendidos entre 30 y 40 milímetros.

5.3. Patata común

La constituirán aquellos lotes de patatas de variedades no inscritas en el Registro de Variedades comerciales mencionado en el punto 5-1-3 y cuya comercialización con destino al consumo humano no esté prohibida o que estando incluidas entre las variedades del grupo de calidad no reúnan las características específicas del mismo. Su calibre no debe ser inferior a 40 milímetros.

No obstante, dadas las especiales características de la producción y el consumo de patata en las islas Canarias, se admite en este mercado la comercialización de patatas de variedades autóctonas con un calibre mínimo de 30 milímetros.

6. Variedades

Las únicas variedades de patata de calidad que podrán comercializarse bajo esta denominación son las inscritas en el Registro de Variedades Comerciales citado en el punto 5-1-3.

Aquellas variedades de patata que no estén inscritas en el citado Registro, podrán comercializarse pero exclusivamente bajo la denominación de "patata común".

7. Envasado y presentación

Las patatas para consumo humano deben ser presentadas en envases nuevos, limpios, de material adecuado para la buena conservación y transporte del produc-

to y con un contenido neto de: 50, 25, 20, 15, 10, 5, 4, 3, 2 y 1 kilogramo. Estos envases irán precintados o cosidos mecánicamente, incluyendo en este cosido la etiqueta.

La patata común no podrá comercializarse en envases de menos de 5 kilogramos de contenido neto.

Con carácter facultativo las patatas podrán presentarse calibradas. En este caso, el intervalo entre los calibres mayor y menor dentro de un mismo envase no será superior a 20 milímetros.

Para las patatas de calidad de calibres comprendidos entre 30 y 40 milímetros será obligatoria su presentación en envases cuyo contenido neto no sea superior a 10 kilogramos.

8. Tolerancias

8.1. En cada envase se admitirán las siguientes tolerancias dadas en porcentaje sobre la masa:

Defectos	Primor	Calidad	Común
Mezcla de otras variedades	2	2	4
Tierra o materias extrañas	1	1	1
Tubérculos dañados, golpeados o agrietados.....	1	1	2
Tubérculos deformes	1	1	3
Corazón hueco, vidriosidad	1	1	1
Tubérculos con sarna superficial o piel agrietada (1)	2	2	6
Tubérculos con manchas de hierro (2)	2	2	4
Tubérculos enverdecidos (3)	1	1	1
Tubérculos con podredumbre seca o húmeda (4).....	1	1	1
Tubérculos brotados (5)	—	2	5
Máximo total.....	6	7	15
Tubérculos fuera de calibre	4	4	6

- (1) Se considera que un tubérculo está afectado de sarna o piel agrietada, cuando la alteración alcanza a más de una tercera parte de su superficie total.
- (2) Se considera que un tubérculo está afectado de mancha de hierro, cuando la alteración alcanza a más de una octava parte de la superficie de un corte medio en sentido longitudinal.
- (3) Se considera que un tubérculo está enverdecido, cuando la alteración alcanza a más de la sexta parte de la superficie total.
- (4) Se considera que un tubérculo está afectado de podredumbre, cuando presenta el menor síntoma visible de infección.
- (5) Se considera que un tubérculo está brotado, cuando presenta uno o más brotes superiores a cinco milímetros.

8.2. El control del contenido neto se realizará sobre un número de envases lo suficientemente representativo del conjunto de la partida. El contenido medio determinando dividiendo el contenido neto de la muestra por el número de envases que la componen no será inferior al declarado en las etiquetas.

Para envases individuales de contenido neto inferior a 10 kilogramos y considerando las mermas naturales que pueda tener el producto, se admite una tolerancia en peso del 3 por 100 en las patatas de primor y del 2 por 100 en los demás grupos.

El envasador será el responsable de las deficiencias en el contenido neto que puedan originarse siempre que el plazo desde la fecha del envasado no sea superior a quince días. Si el plazo es mayor, la responsabilidad a que hubiera lugar será por cuenta del tenedor de la mercancía.

9. Etiquetado

Cada envase llevará obligatoriamente, expresadas, al menos, en la lengua oficial del Estado, las siguientes especificaciones, ya sea impresas en el mismo o en una etiqueta firmemente unida a él o en su interior, manteniéndose bien visible y legible desde el exterior:

— Nombre o razón social o denominación del fabricante o envasador o el de un vendedor, establecidos en el interior de la Comunidad Económica Europea y, en todos los casos, su domicilio. En el caso de productos alimenticios envasados procedentes de países que no pertenezcan a la Comunidad Económica Europea, se hará constar el nombre o razón social o denominación y domicilio del importador y su número de registro general sanitario. Cuando se trate de industrias nacionales, todos los datos de identificación de la Empresa coincidirán literalmente con los que figuran inscritos en el Registro General Sanitario de Alimentos.

— La inscripción "patata de consumo" impresa en color negro. Si se ha optado por la inscripción en el envase, si éste es de 50 ó 25 kilogramos, el trazo de las letras utilizadas tendrá un grosor de 1 centímetro y los caracteres una altura de 10 centímetros. En los envases de 10, 15 y 20 kilogramos las dimensiones serán respectivamente 0,5 y 5 centímetros y en los envases de 5 kilogramos y menores, las dimensiones serán respectivamente 0,2 y 2 centímetros. Si se opta por la inscripción en etiqueta, el trazo de las letras "patata de consumo" deberá tener unas dimensiones, al menos, el 50% superior a las del resto de los caracteres que deben figurar en la misma.

— Grupo (primor, calidad o común).
 — Variedad.
 — Origen.
 — Calibre (en su caso).
 — Contenido neto.
 — Fecha de envasado que se expresará mediante la leyenda "Fecha de envasado" seguida del día, mes y año. La fecha se indicará de la siguiente forma:

El día con la cifra o las cifras correspondientes.

El mes con su nombre o las tres primeras letras de dicho nombre o con 2 dígitos (del 1 al 12) que correspondan.

El año con sus cuatro cifras o sus dos cifras finales.

Las indicaciones antedichas estarán separadas unas de otras por espacios en blanco, punto, guión, etc., salvo cuando el mes se exprese con letras.

Cuando se trate de etiquetas que vayan firmemente unidas en el exterior en los envases de 5 kilogramos y menores, las dimensiones mínimas de las mismas se fijan en 5,5 por 3,5 centímetros, debiendo ser los caracteres mínimos de impresión de 2 milímetros de altura, excepto para los datos fundamentales de variedad, fecha de envasado y contenido neto, que serán de 5 milímetros.

Las etiquetas serán de los siguientes colores:

- Azul, para primor.
- Rojo, para calidad.
- Blanco, para común.

Quedan prohibidas todas las indicaciones que puedan inducir a confusión o error al consumidor.

10. Otros

Los agricultores o sus asociaciones que vendan directamente al público o a detallistas y los comerciantes mayoristas y detallistas deberán aplicar los requisitos de clasificación, envasado, presentación y etiquetado que figuran en la norma, sin excepción alguna.

Los detallistas podrán exponer en sus establecimientos las patatas en sus envases reglamentarios, conservando la etiqueta en posición bien visible, de modo que el comprador pueda apreciar los datos de variedad, origen, grupo, etc.

Cuando dispongan las patatas fuera de sus envases reglamentarios para su venta al detalle habrá una separación neta entre las de distinto grupo, variedad y calibre, en su caso, y además, hará constar con caracteres bien legibles en una tablilla el grupo de patata (primor, calidad o común) y la variedad. Entretanto deberán conservar las etiquetas de los envases originales a disposición de la Inspección Oficial. La parte de la mercancía expuesta al público será representativa en tamaño y calidad del conjunto del lote.

Los Departamentos competentes velarán por el cumplimiento de lo dispuesto en la presente Orden, a través de sus órganos administrativos encargados que se coordinarán en sus actuaciones, en todo caso, sin perjuicio de las competencias que correspondan a las Comunidades Autónomas y a las Corporaciones Locales.

C A P Í T U L O 22

Norma de calidad para patata de siembra

La norma de calidad para la patata de siembra viene establecida en la "Orden de 24 de mayo de 1989 por la que se aprueba el Reglamento Técnico de Control y Certificación de Patata de Siembra" y en sus Anejos (BOE número 134 de 6 de junio de 1989).

Tanto las categorías como las clases de patata de siembra que se pueden encontrar en el mercado no solo de patata de siembra producida en España sino de patata importada, se pueden encontrar en el capítulo 12 dedicado a la patata de siembra y su producción.

22.1. Calibres

Según la normativa vigente, los tubérculos deberán tener un calibre mínimo tal que no puedan pasar a través de una malla cuadrada de 28 milímetros de lado; para las variedades que tengan como media una longitud de al menos igual a dos veces la máxima anchura, la malla cuadrada no tendrá menos de 25 milímetros de lado. En lo que concierne a los tubérculos demasiado grandes para pasar a través de una malla de 35 milímetros de lado, los límites superiores e inferiores del calibre se expresarán en múltiplos de 5.

El calibre máximo de los tubérculos será de 65 milímetros, excepto en aquellas variedades cuyos tubérculos tengan como media una longitud superior a dos veces su anchura máxima, en las que el calibre máximo será de 60 milímetros. El Instituto Nacional de Semillas y Plantas de Vivero, por causas justificadas, podrá autorizar excepcionalmente, calibres mayores de precintado.

La desviación máxima de calibre de los tubérculos de un lote deberá ser tal que la diferencia de dimensiones entre los lados de las dos mallas cuadradas utilizadas no exceda de 20 milímetros, salvo que por el Servicio Oficial de Control y previa aceptación del usuario se autorice una desviación mayor.

22.2. Envases

La patata de siembra se envasará en sacos de 50 kilogramos netos. En casos debidamente justificados se podrán autorizar sacos u otros envases con capacidad distinta a la indicada.

Los sacos obligatoriamente serán nuevos, debiendo llevar la inscripción "Patata de siembra", estampada con caracteres legibles de 6 centímetros como mínimo de altura.

Las etiquetas oficiales llevarán diferente color según la categoría de la patata de siembra, siendo éstos:

<i>Categoría</i>	<i>Color etiqueta</i>
Categoría Prebase	Blanco con franja roja
Categoría Base	Blanco
Categoría Certificada	Azul

Asimismo, las etiquetas oficiales deberán especificar los siguientes datos:

- Reglas y normas CEE
- INSPV España
- Especie: *Solanum tuberosum*
- Variedad
- Categoría y clase
- Productor y zona de producción
- Peso neto
- Calibre
- Número de referencia del lote
- País de producción
- Mes y año de precintado
- Número de pasaporte fitosanitario (en caso de que no lo lleve en otra etiqueta aparte colocada por el productor).

Toda denominación o presentación de la patata de consumo que lleve al ánimo del comprador la idea de que se trata de patata de siembra queda prohibida y en este sentido no podrán emplearse en envases, facturas, propaganda, nombre social de la casa vendedora, etc., palabras que den lugar a tal error.

Respecto a la patata de siembra importada destinada a su comercialización, además de la etiqueta oficial de su país de origen con los datos indicados anteriormente, todos los envases deberán llevar pegada o cosida una etiqueta en la que figuren las siguientes especificaciones:

- Nombre y domicilio del importador o firma importadora.
- País de expedición en caso de que sea distinto del de producción.

22.3. Tolerancias de enfermedades y defectos

Hay ciertas tolerancias cuya cuantía expresada como porcentajes máximos admitidos, depende de la categoría y clase de semilla de la que se trate y son:

NORMA DE CALIDAD PARA PATATA DE SIEMBRA

Concepto.	Cat.	Base	Cat.	Certificada
	SE	E	A	B
Virosis graves o leves (*)	3	4	7	10
Plantas no conformes con el tipo varietal	0,25	0,5	0,5	0,5
Plantas de otras variedades	0,1	0,1	0,2	0,2

- (*) En el caso de semillas certificadas no se considerarán en estas tolerancias máximas las virosis leves, es decir, las que sólo originen síntomas de decoloraciones sin provocar deformaciones del follaje de las plantas. A efectos del Reglamento en el que se basa la norma de calidad, se considerarán virosis graves las del enrollado (PLRV) e Y (PVY), así como aquellas que en una determinada variedad puedan ocasionar deformaciones de las hojas.

Para otros requisitos que ha de cumplir la patata de siembra, las tolerancias máximas admitidas expresadas en porcentaje del peso, no se hacen distinciones entre las diferentes categorías y clases. En este apartado se incluyen:

Concepto	Porcentaje
1. Tubérculos fuera de calibre (1).....	6
2. Tierra o materias extrañas.....	2
3. Tubérculos heridos, deformes, roídos o arrugados.....	3
4. Podredumbre seca o húmeda.....	1
5. Sarna común (tubérculos afectados en una superficie superior a un tercio .	5
6. Rizoctonia (2).....	1
7. La tolerancia total para los puntos 3, 4, 5 y 6 es.....	6

- (1) Un lote no podrá contener más del 3 por 100 expresado en peso, de tubérculos inferiores al calibre mínimo ni más del 3 por 100 de tubérculos de calibre superior al calibre máximo.
- (2) En Rizoctonia se distinguen tres tipos de ataque: ligero, medio y grave. La tolerancia de 1 por 100 se refiere a los ataques "medio" y "grave". En caso de ataque "ligero", se estimará que una partida de patata de siembra se encuentra libre de Rizoctonia cuando el 20 por 100 de la misma, como máximo, presente este tipo de ataque. El resto de la partida, o sea, el 80 por 100, habrá de presentar un ataque menos que "ligero". Serán rechazadas las partidas que presenten en las yemas o próximo a ellas el ataque definido como "ligero".

Los tubérculos deben estar prácticamente no brotados.

Según el citado Reglamento, no se admite tolerancia alguna en la presencia de:

- Sarna verrugosa (*Synchytrium endobioticum*)
- Podredumbre anular bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*).
- Podredumbre parda bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*).
- Quistes del nematodo (*Globodera pallida* y *Globodera rostochensis*).
- Viroide del tubérculo ahusado (PSTV).

Clave básica para identificación de enfermedades de patata

Para ayudar en una primera identificación o diagnóstico de enfermedades de patata se ha preparado una clave básica que describe los síntomas más típicos de la enfermedad en: plantas de patata, tallos, hojas, tubérculos y raíces. En cada uno de los apartados enumerados anteriormente se han tratado de describir las anomalías que se pueden observar en: color, textura, forma y decoloraciones internas.

Se ha tratado de describir en cada caso los problemas que se pueden presentar, en orden ascendente de gravedad de los síntomas.

PLANTAS

1. Plantas con color anormal

- Plantas con clorosis (de color amarillento o verde más claro que las plantas sanas): *VIRUS DEL ENROLLADO*.

2. Plantas de forma anormal

- Plantas con forma de copa: *NEMATODO DORADO*.
- Plantas con sus hojas y ramas formando un ángulo de 45° con el tallo: *VIROIDE DEL TUBERCULO AHUSADO*.
- Plantas con sus ramas y hojas giradas y orientadas en el sentido de las agujas del reloj cuando se ven desde arriba: *VIROIDE DEL TUBERCULO AHUSADO*.
- Plantas con las hojas inferiores caídas o muertas y con aspecto apalmerado: *VIRUS Y (PVY)*.

3. Plantas de tamaño anormal

- Plantas de tamaño menor del normal: *VIRUS Y (PVY)*, *VIRUS DEL ENROLLADO*, *NEMATODO DORADO*.

4. Ausencia de plantas

- Falta de plantas o plantas con crecimiento desigual: *RIZOCTONIA*.
- Falta de plantas: *QUEMADURA POR FERTILIZANTE*.
- Plantas que mueren prematuramente: *MELOIDOGYNE*.
- Plantas muertas: *DAÑO POR RAYO*.

TALLOS

1. Tallos normales

1.1. Tallos normales con lesiones en el exterior

1.1.1. Lesiones por encima o cerca del nivel del suelo

- Crecimiento de moho blanquecino en los tallos cerca de la superficie del suelo: *RIZOCTONIA*.
- Lesiones oscuras de color negro, a veces viscosas y que se extienden hacia arriba: *PIE NEGRO*.

1.1.2. Lesiones por debajo del nivel del suelo

- Lesiones de color marrón oscuro en la parte subterránea del tallo: *RIZOCTONIA*.
- Podredumbre cortical marrón en la parte subterránea del tallo: *MANCHA EN LA PIEL*.

1-2. Tallos normales con lesiones internas

- Tejido interno de color marrón avanzando desde la base del tallo hacia la parte superior: *VERTICILIUM*.
- Tejido interno de color marrón avanzando desde la base del tallo hacia la parte superior y extendiéndose hasta los folíolos superiores: *FUSARIUM*.
- Anillo vascular marrón: *PSEUDOMONAS*.

2. Tallos anormales

- Tallos y peciolo de un color verde más oscuro que el de las plantas normales: *QUEMADURA POR FERTILIZANTE*.

- Tubérculos aéreos verdes o rojizos formados en las axilas de las hojas: *RIZOCTONIA*.

HOJAS

1. Hojas con crecimiento normal

1.1. Hojas con marcas en la superficie

- Manchas irregulares en las hojas con color variable de marrón a negro: *MILDIU*.
- Hojas con anillos concéntricos en forma de "ojo de buey" o diana: *ALTERNARIA*.
- Hojas con manchas de tejido muerto de color marrón mate: *ALTERNARIA*.
- Hojas con micelio blanco brillante y a veces esporangios en el envés de la hoja: *MILDIU*.
- Hojas con pequeñas pero numerosas áreas moteadas de color marrón: *VIRUS Y (PVY)*, *DEFICIENCIA DE POTASIO*.
- Hojas con zonas muertas entre las venas y a lo largo de los bordes de la hoja: *NECROSIS BACTERIANA (CMS)*.
- Venas de las hojas inferiores con zonas muertas o necróticas: *VIRUS Y (PVY)*.
- Hojas con un verde más oscuro que el de las plantas sanas: *VIROIDE DEL TUBERCULO AHUSADO*.

1.2. Hojas con color anormal

- Hojas cloróticas o amarillentas: *VERTICILLOSIS*, *FUSARIUM*, *PIE NEGRO*, *NECROSIS BACTERIANA (CMS)*.

1.3. Hojas con textura anormal

- Hojas de la parte superior de la planta con textura blanda o flexible: *RIZOCTONIA*.
- Hojas con textura viscosa: *NECROSIS BACTERIANA*.
- Hojas con tacto coriáceo o parecido al papel, a veces quebradizas y sobre todo las inferiores con los bordes enrollados hacia arriba: *VIRUS DEL ENROLLADO (PLRV)*.
- Hojas brillantes con la superficie brillantes y los bordes desiguales o arrugados: *VIRUS Y (PVY)*.

1.4. Hojas marchitas o moribundas

- Hojas marchitas: *MARCHITEZ BACTERIANA*.

- Hojas enrolladas y marchitas: *PIE NEGRO*, *VERTICILLOSIS*, *FUSARIUM*.
- Hojas enrolladas con los bordes hacia arriba y que después se marchitan: *NECROSIS BACTERIANA*.
- Hojas exteriores marchitas y muriendo: *NEMATODO DORADO*.
- Hojas inferiores moribundas, caídas y a veces desprendiéndose: *VIRUS Y (PVY)*.
- Hojas y resto de parte aérea muerta, normalmente con distribución en rodales: *DAÑOS POR RAYO*.

2. Hojas con crecimiento anormal

2.1. Hojas sin marcas en la superficie

- Hojas superiores enrolladas: *RIZOCTONIA*.
- Hojas formando un ángulo muy agudo con el tallo principal: *VIROIDE DEL TUBERCULO AHUSADO*.
- Hojas enrolladas hacia arriba: *VIRUS DEL ENROLLADO (PLRV)*.

TUBERCULOS

1. Tubérculo madre

- Tubérculo madre completamente podrido: *PIE NEGRO*.
- Tubérculos muertos: *DAÑOS POR RAYO*.

2. Tubérculos con forma normal

2.1. Tubérculos con defectos en la superficie

2.1.1. Tubérculos con decoloración en la superficie

- Tubérculos con zonas levantadas al principio de color marrón en forma de anillo y anulares también pero deprimidas posteriormente: *VIRUS Y (PVY)*.
- Tubérculos con la piel pigmentada desde verde claro a verde oscuro: *VERDEO*.
- Tubérculos con la superficie gris, oscureciéndose a medida que pasa el tiempo: *GANGRENA*.
- Tubérculos con lesiones circulares de tejido corchoso, a veces agrietado y cuya penetración en el interior es variable: *VIRUS Y (PVY)*.
- Tubérculos con zonas húmedas de color marrón o negro en la superficie: *CO-RAZON NEGRO*.
- Tubérculos con manchas en la superficie de color marrón claro que a veces brilla con apariencia plateada y cristalina cuando se moja: *SARNA PLATEADA*.
- Piel de color marrón rojizo y a veces presentando grietas: *NECROSIS BACTERIANA*.

- Tubérculos con la superficie húmeda cuando se deshíela: *TUBERCULOS HELADOS*.

2.1.2. Tubérculos con alteraciones en la superficie

- Tubérculos con podredumbre seca marrón, normalmente con zonas hundidas: *FUSARIUM*.
- Tubérculos con aberturas en forma de costra en la piel normalmente blanca, con el tejido que las rodea levantado y corchoso: *LENTICELOSIS*.
- Tubérculos con la piel delgada como el papel y cuando se rompe con el aspecto de un ojal rasgado: *GANGRENA*.
- Tubérculos con zonas rugosas marrones, distribuidas irregularmente y con aspecto corchoso: *SARNA COMUN*.
- Tubérculos con pústulas pequeñas y oscuras en la superficie del tubérculo; las pústulas son de color marrón oscuro en el exterior y marrón oliva en el interior: *MANCHA EN LA PIEL (OOSPORA)*.
- Tubérculos con pústulas circulares con aspecto de ampolla que tiene una masa de esporas pulverulenta y marrón en su interior: *SARNA PULVERULENTA*.
- Pequeñas elevaciones como pústulas en la superficie del tubérculo con una bolita de color blanco perla en el interior de la pústula: *NEMATODO MELOIDOGYNE*.
- Tubérculos con zonas hundidas superficiales y oscuras; los bordes de las zonas hundidas están levantados y son de color marrón: *ALTERNARIA*.
- Tubérculos con esclerocios marrones o negros en la superficie: *RIZOCTONIA*.
- Tubérculos con exudado bacteriano y tierra adherida a los ojos: *MARCHITEZ BACTERIANA*.
- Tubérculos con protuberancias o abultamientos en uno o más ojos: *SEGUNDO CRECIMIENTO*.
- Tubérculos con crecimientos verrugosos o en forma de coliflor en los ojos: *SARNA VERRUGOSA*.
- Tubérculos con agallas o bultos: *NEMATODO MELOIDOGYNE*.
- Tubérculos con protuberancias en las que se ve micelio de color azulado o blanco: *FUSARIUM*.

2.2. Tubérculos con defectos internos

2.2.1. Tubérculos con defectos internos

- Tubérculos con la carne de color amarillo verdoso o amarillo fuerte: *VERDEO*.
- Tubérculos con lesiones de color gris debajo de la piel: *MANCHA NEGRA INTERNA*.

2.2.2. Tubérculos con decoloración en los vasos

- Tubérculos con decoloración en el tejido vascular desde amarillo dorado hasta marrón oscuro, entre el anillo vascular y la superficie: *NECROSIS POR CALOR Y SEQUÍA*

- Tubérculos con decoloración interna en y alrededor del anillo vascular: *NECROSIS POR FRÍO*.
- Tubérculos con decoloración marrón oscura en el anillo vascular: *MARCHITEZ BACTERIANA*.
- Tubérculos con los tejidos del anillo vascular de color marrón o negro: *VERTICILLOSIS, FUSARIUM*.
- Podredumbre en el anillo vascular de color desde gris a marrón o amarillo cremoso: *NECROSIS BACTERIANA*.
- Tubérculo con exudado blanco lechoso y pegajoso que sale de los filamentos marrones del anillo vascular: *MARCHITEZ BACTERIANA*.

2.2.3. Tubérculos con decoloración en la carne

- Tubérculos con manchas marrones en la carne partiendo de los bordes o epidermis: *FUSARIUM*.
- Tubérculos con manchas irregulares, secas y marrones repartidas por la carne: *NECROSIS RETICULAR*.
- Tubérculo con la carne marrón hasta una profundidad considerable o el tubérculo entero marrón: *VERDEO*.
- Tubérculos con zonas irregulares grises opacas o azuladas en cualquier parte del interior del tubérculo: *NECROSIS POR FRÍO*.
- Tubérculos con podredumbre de color caramelo en parte o en todo el tubérculo: *MILDIU*.
- Tubérculos con podredumbre blanda, acuosa y de color entre blanco y crema: *MARCHITEZ BACTERIANA*.
- Tubérculos con podredumbre que al principio es blanca y de consistencia de mantequilla y posteriormente se vuelve negra y viscosa: *PIE NEGRO*.

2.2.4. Tubérculos con decoloración en su centro

- Decoloración interna de color gris a negro en el corazón del tubérculo: *CORAZON NEGRO*.
- Decoloración interna de color marrón en el corazón del tubérculo, con o sin cavidad en el centro: *CORAZON HUECO*.

3. Tubérculos con forma anormal

- Tubérculos con la zona del ombligo de color marrón a negro y con una línea clara de separación entre el tejido afectado y el sano: *PODREDUMBRE APICAL GELATINOSA*.
- Tubérculos ovales, alargados, con forma cilíndrica y puntiagudos en la zona del ombligo: *VIROIDE DEL TUBÉRCULO AHUSADO*.
- Tubérculos con protuberancias en la zona de las yemas o con estrangulamientos: *SEGUNDO CRECIMIENTO*.

RAICES

- Raíces con pequeñas agallas o nódulos en la superficie de las mismas: *MELOIDOGYNE*.
- Raíces con pequeñas bolitas de color blanco o marrón adheridas a las mismas, visibles con lupa pero a veces apreciables a simple vista: *NEMATODO DO-RADO*.
- Raíces excesivamente ramificadas: *MELOIDOGYNE*.

Bibliografía

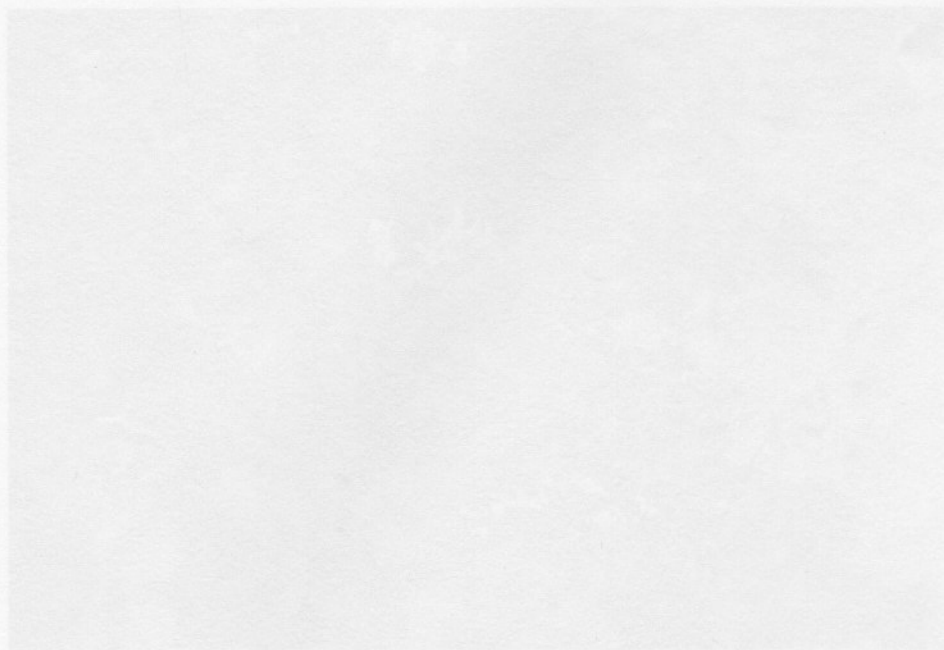
- AGRIOS, G. N.: *Fitopatología*.
- BEUKEMA, H. P.; VAN DER ZAAG, D. E.: *Potato improvement. Some factors and facts*. International Agricultural Centre, Wageningen, The Netherlands.
- BIADENE, G.: *Le avversità della patata. Prevenzione e difesa*. Edagricole.
- CALDERONI, A. V.: *Enfermedades de la papa y su control*. Editorial Hemisferio Sur, Argentina.
- HARRIS, E. M.: *The potato crop*. University of Reading, Chapman & Hall.
- HODGSON, W. A.; POND, D. D.; MUNRO, L.: *Maladies et ennemis de la patate de terre*. Ministère de l'Agriculture du Canada.
- BOOKER, W. L.: *Compendio de enfermedades de la papa*. CIP, Perú.
- LI, P. H.: *Potato physiology*. University of Minnesota. Academic Press Inc.
- ROWE, R. C.: *Potato health management*. Ohio State University. American Phytopathological Society.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE: *Potato diseases*. Agriculture Handbook, n.º 474.

Bibliografía

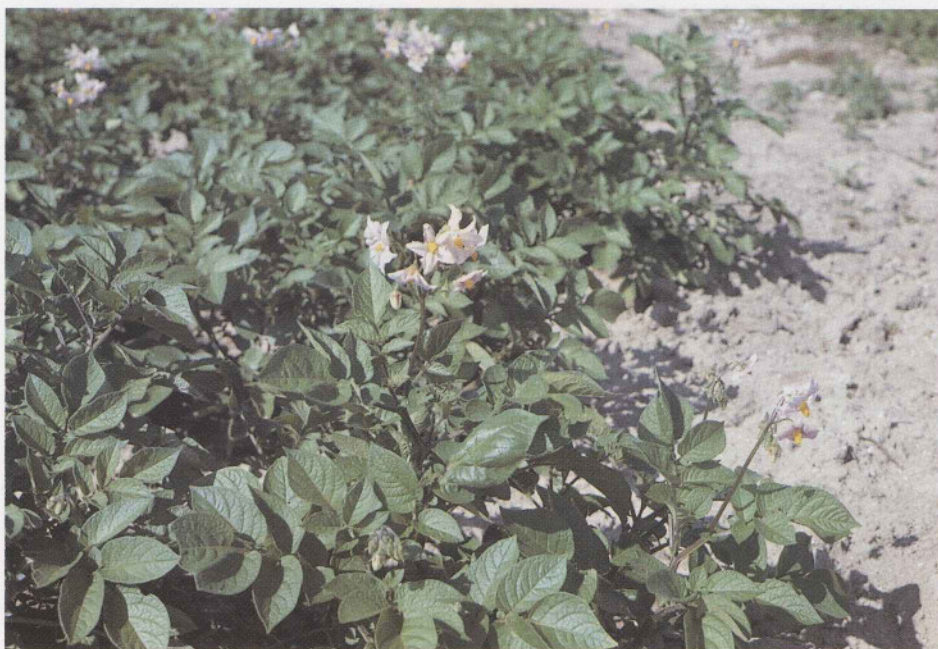
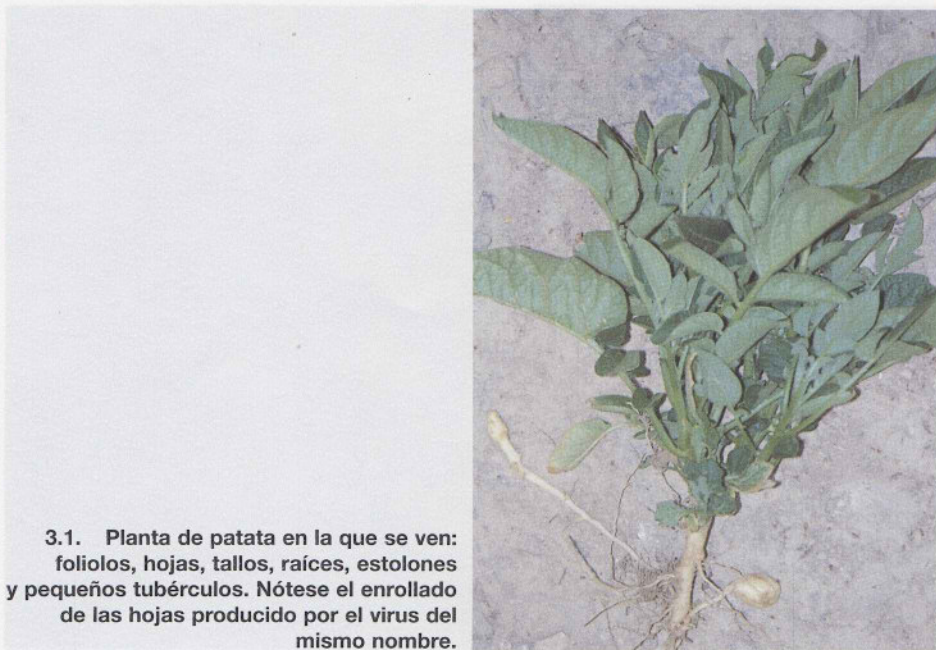
- AGRIOS, G. N.: *Fitopatología*.
- BEUKEMA, H. P.; VAN DER ZAAG, D.E.: *Potato improvement. Some factors and facts*. International Agricultural Centre. Wageningen. The Netherlands.
- BIADENE, G.: *Le avversità della patata. Prevenzione e difesa*. Edagricole.
- CALDERONI, A. V.: *Enfermedades de la papa y su control*. Editorial Hemisferio Sur. Argentina.
- HARRIS, P. M.: *The potato crop*. University of Reading. Chapman & Hall.
- HODGSON, W. A.; POND, D. D.; MUNRO, J.: *Maladies et ennemis de la pomme de terre*. Ministère de L'Agriculture de Canada.
- HOOKER, W. J.: *Compendio de enfermedades de la papa*. CIP. Perú.
- LI, P. H.: *Potato physiology*. University of Minnesota. Academic Press Inc.
- ROWE, R. C.: *Potato health management*. Ohio State University. American Phytopathological Society.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE: *Potato diseases*. Agriculture Handbook, n.º 474.

Fotografías en color

3.1. Planta de patata en la etapa de crecimiento. Se observan las hojas, tallos, raíces, tubérculos y presencia de plagas. Notar el crecimiento de las hojas producido por el virus del mosaico.



3.2. Plantas de patata de variedad Désiree en plena floración.

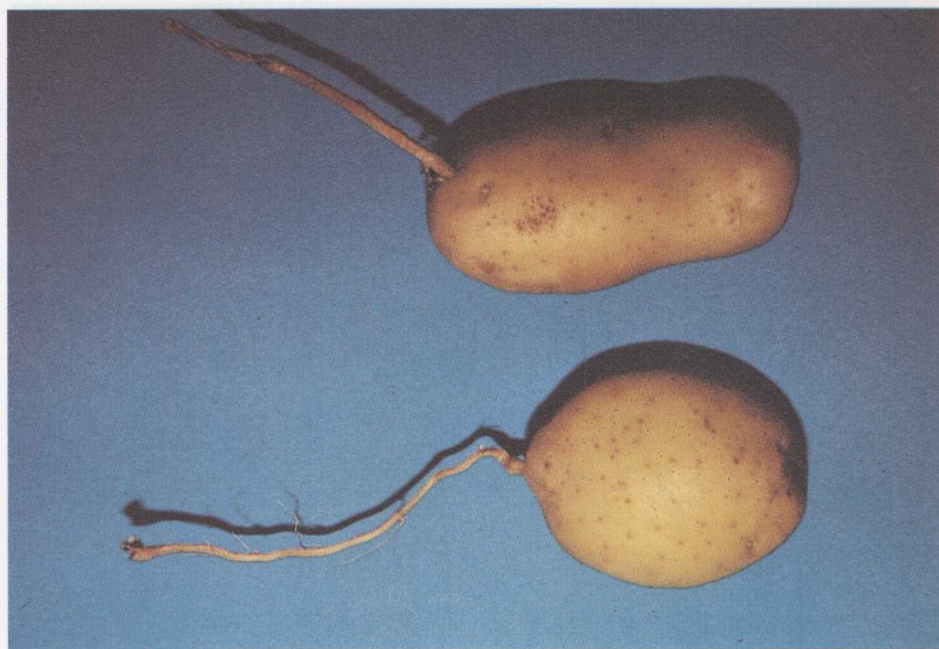




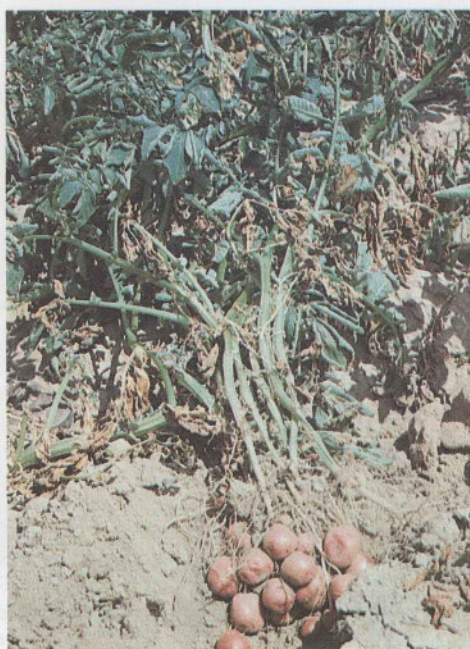
3.3. Plantas de patata con frutos o bayas, dentro de las cuales están las semillas verdaderas de la patata.



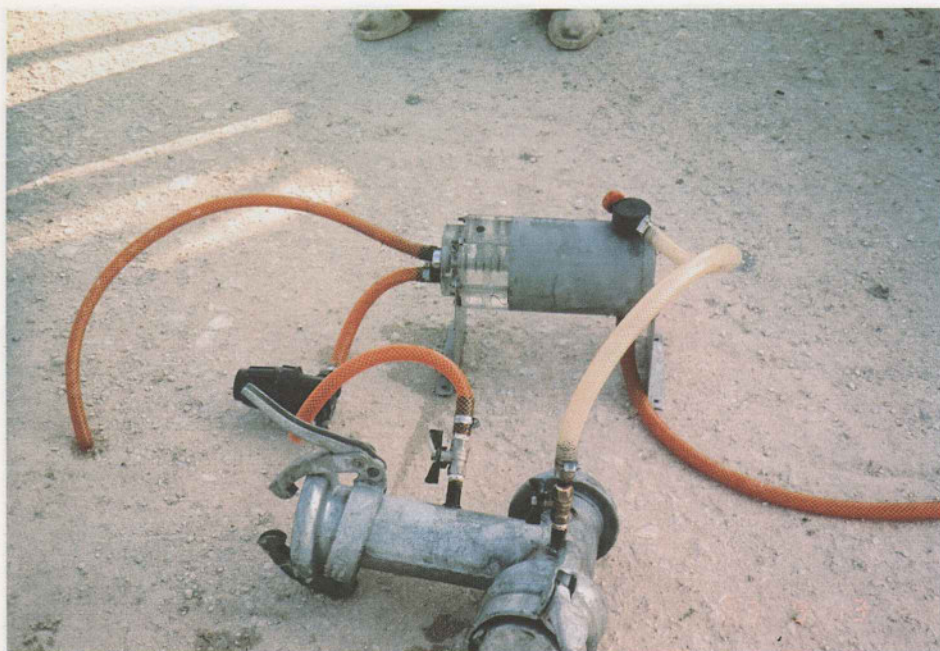
3.4. Aunque los tubérculos de la mayoría de las variedades de patata tienen la carne blanca o amarillenta, a veces aparecen mutaciones en las que la carne es de color rojo o violeta. (Cortesía de Simón Isla)



3.5. Tubérculos de patata con los estolones muy fuertes y adheridos, lo que es una cualidad no deseable porque lo ideal es que en el momento de la recolección los tubérculos se desprendan fácilmente de la planta. (Cortesía de Simón Isla)



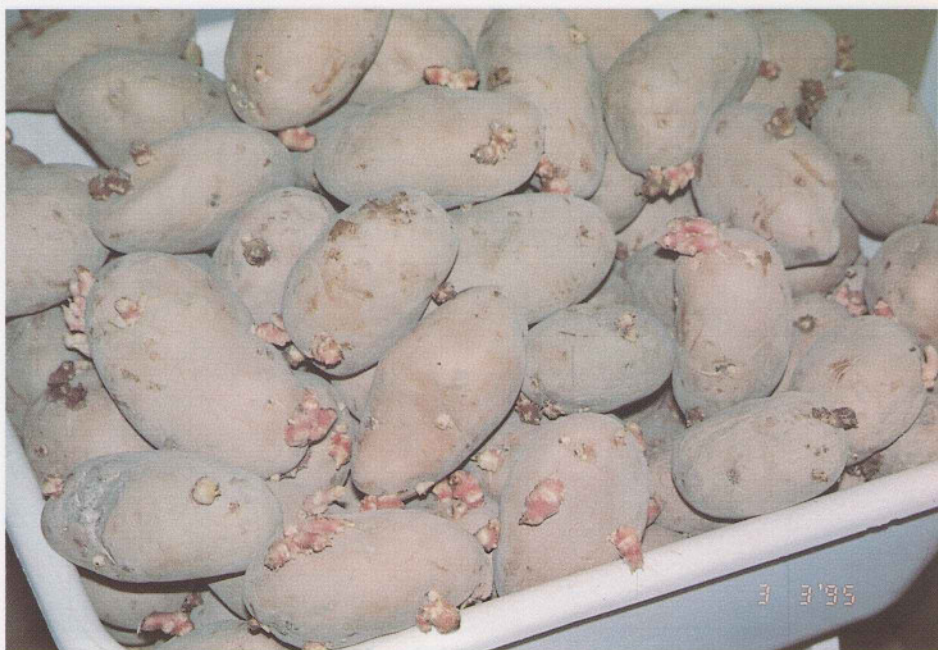
3.6. Tuberización abundante y uniforme favorecida por la gran densidad de tallos por metro cuadrado utilizada en la producción de patata de siembra.



4.7. Dosificador para la aplicación de fertilizantes o productos fitosanitarios con el agua de riego. (Cortesía de Francisco Vilches)



4.8. Aparato dosificador conectado al equipo de riego. (Cortesía de Francisco Vilches)



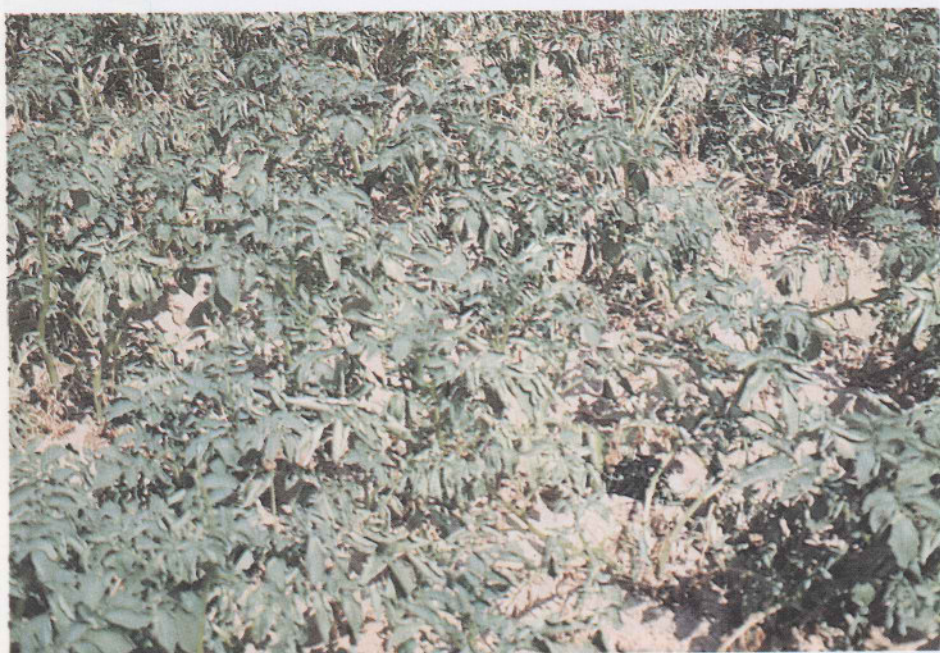
6.9. Tubérculos de patata prebrotados y en condiciones ideales para ser plantados.



6.10. Semilla fisiológicamente vieja, incapaz de producir brotes que den lugar a una planta.



6.11. Plantas de patata con algunas de sus hojas afectadas por bajas temperaturas (heladas).



6.12. Plantas afectadas por la sequía.



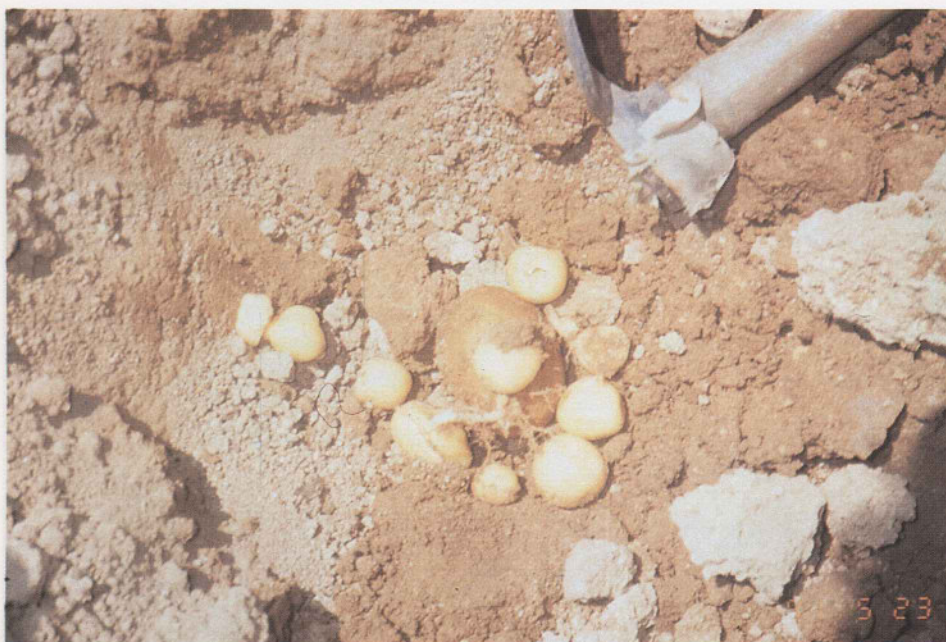
6.13. Surcos encharcados donde las plantas pueden sufrir asfixia radicular y morir.
(Cortesía de Francisco Vilches)



6.14. Zona de una finca donde las plantas de patata han muerto debido al encharcamiento del terreno. (Cortesía de Francisco Vilches)



8.15. Saco de semilla vieja en el que se aprecian las patatitas formadas en el exterior del mismo.



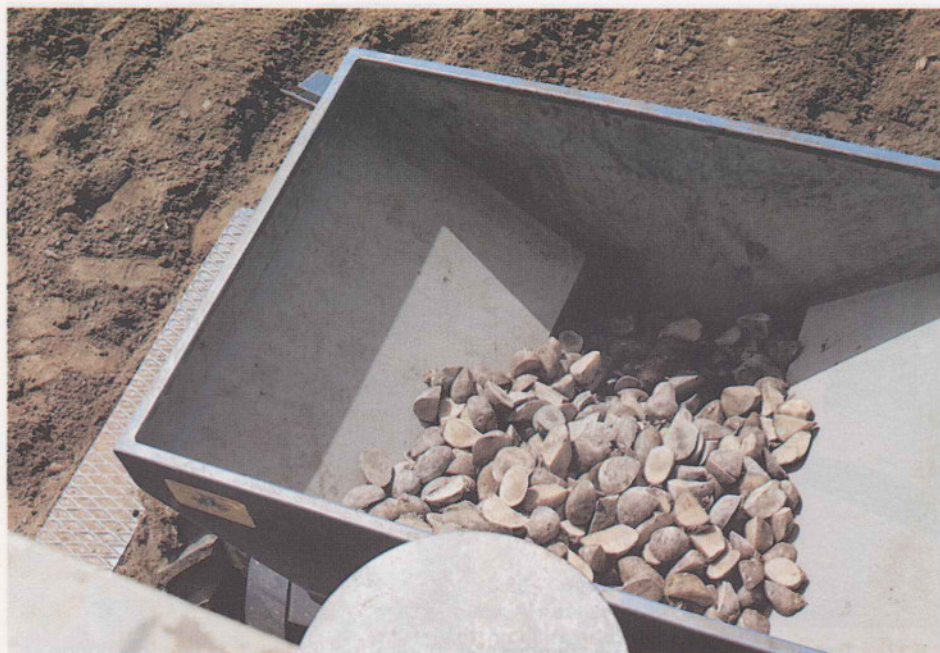
8.16. Tubérculo plantado, incapaz de brotar y que ha formado patatitas sin haber dado lugar a una planta. (Cortesía de Francisco Vilches)



8.17. Tratamiento de patata de siembra con "rindita" para romper la latencia donde se puede observar que los operarios van protegidos con mascarillas debido a la alta toxicidad del producto.



8.18. Tubérculos con gomosis, alteración que suele aparecer en algunas variedades después del tratamiento con "rindita".



8.19. Siembra con patata de siembra troceada, una vez que ha cicatrizado el corte.



9.20. Labor de alzado con arado de vertederas.



9.21. Siembra manual utilizada en algunas zonas de América.



9.22. Siembra de patata con máquina alimentada manualmente por dos personas.



9.23. Siembra de patata con máquina automática.



9.24 Campo de patatas invadido por malas hierbas. (Cortesía de Francisco Vilches)



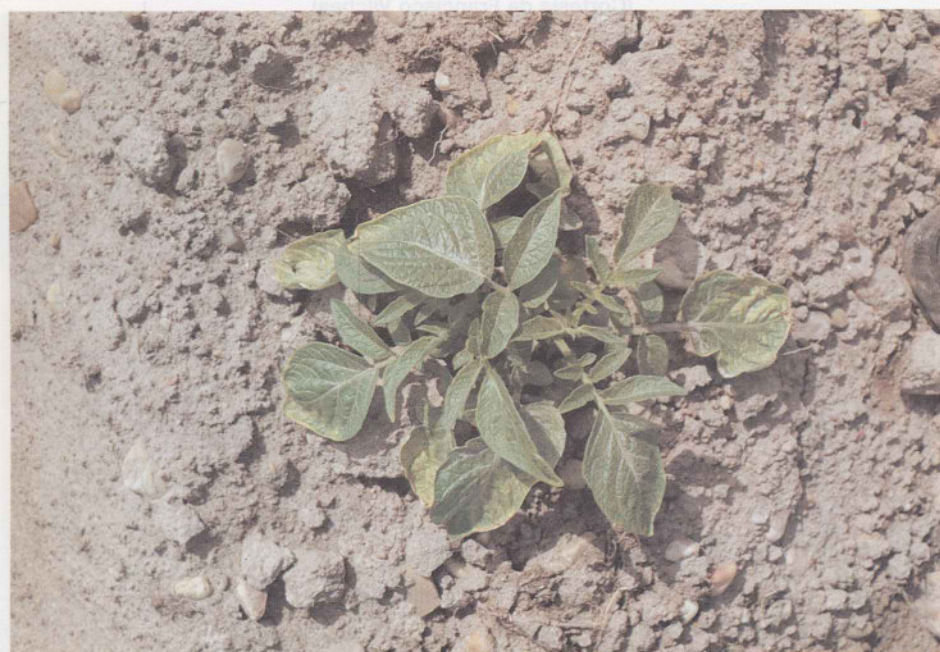
9.25. Malas hierbas (*Solanum nigrum*), de la misma familia y género que la patata, en un cultivo donde es imposible matarlas con herbicida en posemergencia.
(Cortesía de Francisco Vilches)



9.26. Labor de aporcado para eliminar malas hierbas.
(Cortesía de Francisco Vilches)



9.27. Malas hierbas muertas por herbicida de posemergencia.
(Cortesía de Francisco Vilches)



9.28. Daños producidos por herbicida en planta de patata. (Cortesía de Francisco Vilches)



9.29. Hojas de patata en las que se observan los daños producidos por herbicida.
(Cortesía de Pablo García Benavides)



10.30. Necrosis del anillo vascular de un tubérculo que se puede deber a diferentes causas: quema de matas mal hecha, bajas temperaturas, necrosis bacteriana, acción de ciertos hongos, etc.



10.31. Sistema manual de recogida de patatas utilizado en algunas zonas.



10.32. Cosechadora de patata trabajando.



10.33. Remolque basculante utilizado en el transporte de patatas.



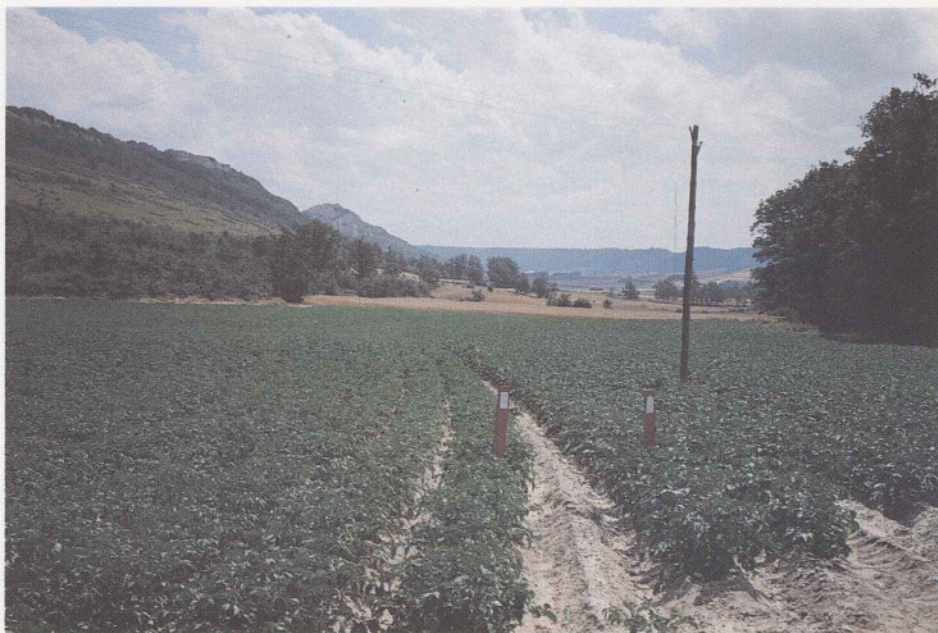
10.34. Mesa de inspección de rodillos utilizada en el calibrado y envasado de patatas.



12.35. Campo de postcontrol nacional de patata de siembra.



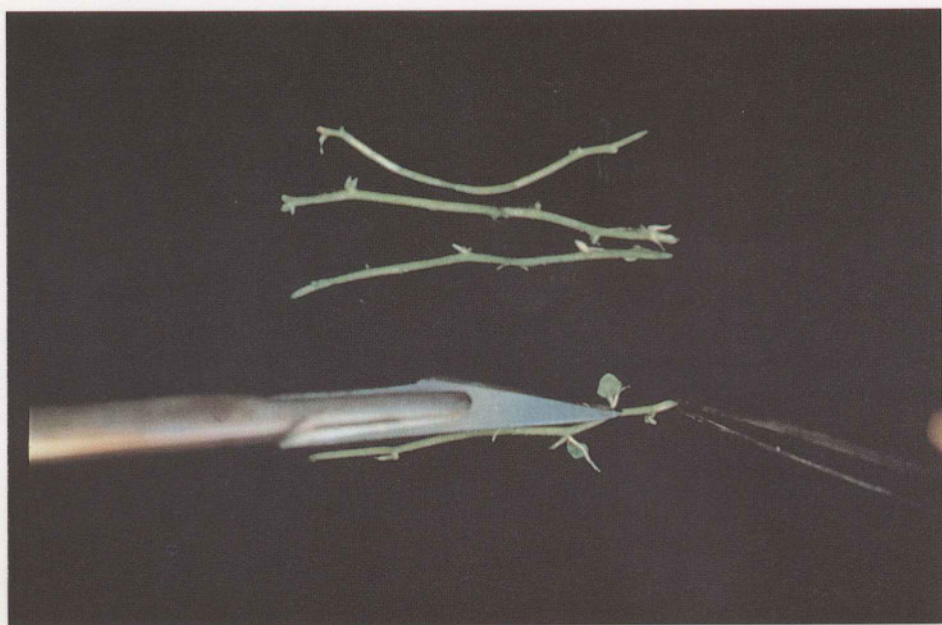
12.36. Inspección de patata de siembra.



12.37. Campos dedicados a producir patata de siembra con sus correspondientes tablillas identificativas.



12.38. Envases (sacos de rafia) de 50 kilogramos cada uno, de patata de siembra certificada.



12.39. Cultivo "in vitro". Corte, en condiciones estériles, de tallos de patata en trozos que contienen un nudo provisto de una yema. (Cortesía de Simón Isla)



12.40. Cultivo "in vitro". Trozo de tallo cortado que se implanta en una probeta, tubo de ensayo, u otro recipiente de mayor capacidad, en un medio de cultivo adecuado y que dará lugar a una planta. (Cortesía de Simón Isla)



12.41. Cultivo "in vitro".
 Inicio del crecimiento de la nueva planta
 proveniente del trozo de tallo implantado
 en un medio de cultivo adecuado.
 (Cortesía de Simón Isla)

12.45. Trasplante individual al campo, de plántulas de papaya procedentes de cultivo "in vitro" y producidas en invernadero.



12.42. Cultivo "in vitro". Tubos de ensayo
 con plantas provenientes de trozos de
 tallo, en diferentes fases de crecimiento.
 (Cortesía de Simón Isla)



12.43. Cultivo "in vitro". Plantas puestas sobre turba, en bancadas de invernadero, procedentes de las implantadas en recipientes de papel y poco antes de ser trasplantadas a túnel antipulgón o directamente a campo. (Cortesía de Simón Isla)



12.44. Cultivo "in vitro". Túnel con malla antipulgón, con plantas provenientes de las trasplantadas desde el invernadero. (Cortesía de Simón Isla)



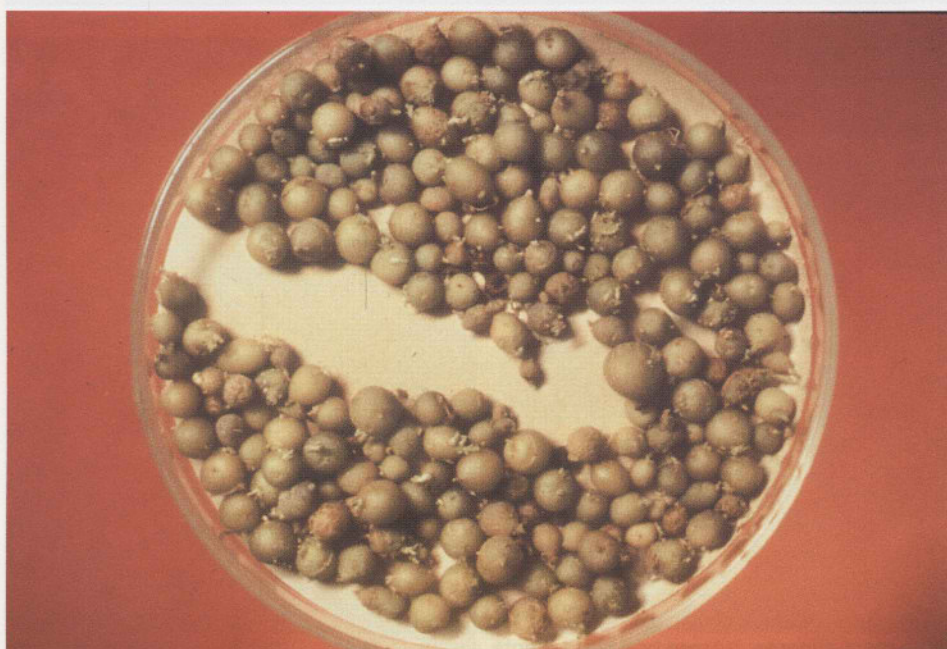
12.45. Trasplante manual al campo, de plántulas de patata procedentes de cultivo "in vitro" y producidas en invernadero.



12.46. Surcos con plantas procedentes de cultivo "in vitro" trasplantadas manualmente. Nótese que cada planta tiene un solo tallo.



12.47. Trasplante de plántulas de patata procedentes de cultivo "in vitro" y producidas en invernadero, al campo, con la utilización de una máquina.



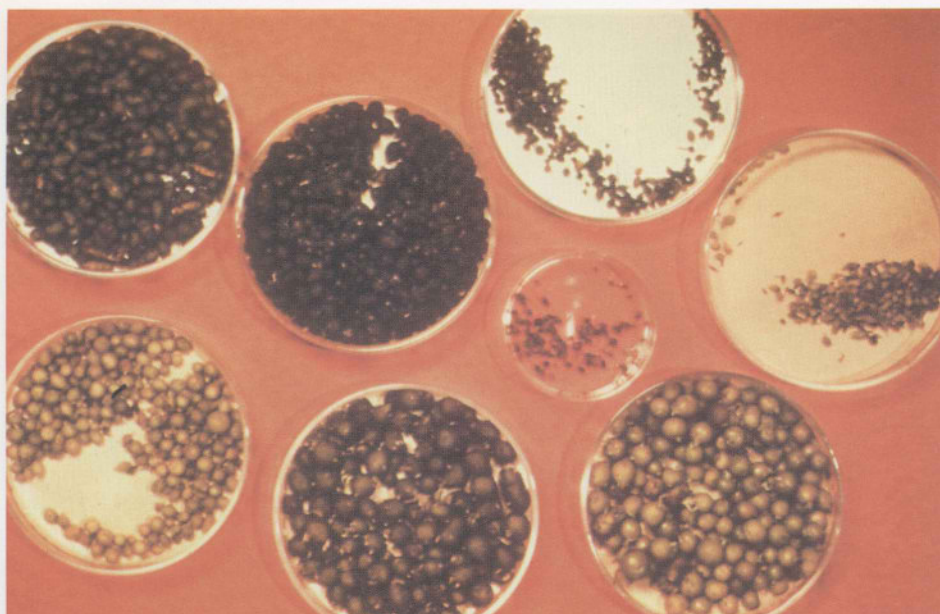
12.48. Minitubérculos obtenidos en invernadero. (Cortesía de Simón Isla)



12.49. Producción de microtubérculos de una variedad de piel blanca en una placa en el laboratorio. (Cortesía de Simón Isla)



12.50. Producción de microtubérculos de una variedad de piel roja en una placa en el laboratorio.(Cortesía de Simón Isla)



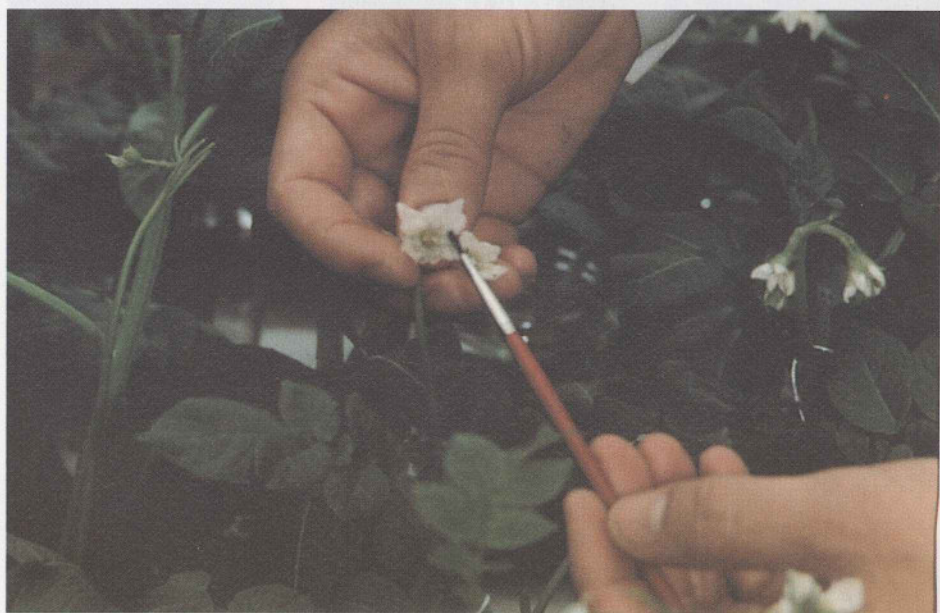
12.51. Minitubérculos obtenidos en invernadero y microtubérculos obtenidos en laboratorio de diferentes variedades como se puede apreciar por los colores de la piel. (Cortesía de Simón Isla)



13.52. Cruzamientos. Cultivo de patata sobre ladrillo, para poderle cortar los estolones y tubérculos a la planta, lo cual favorece la producción de flores que van a ser utilizadas en los cruzamientos. (Cortesía de Simón Isla)



13.53. Cruzamientos. Castración de la flor de la planta que va a actuar como hembra.
El arranque de los estambres evita que se produzca la autofecundación.
(Cortesía de Simón Isla)



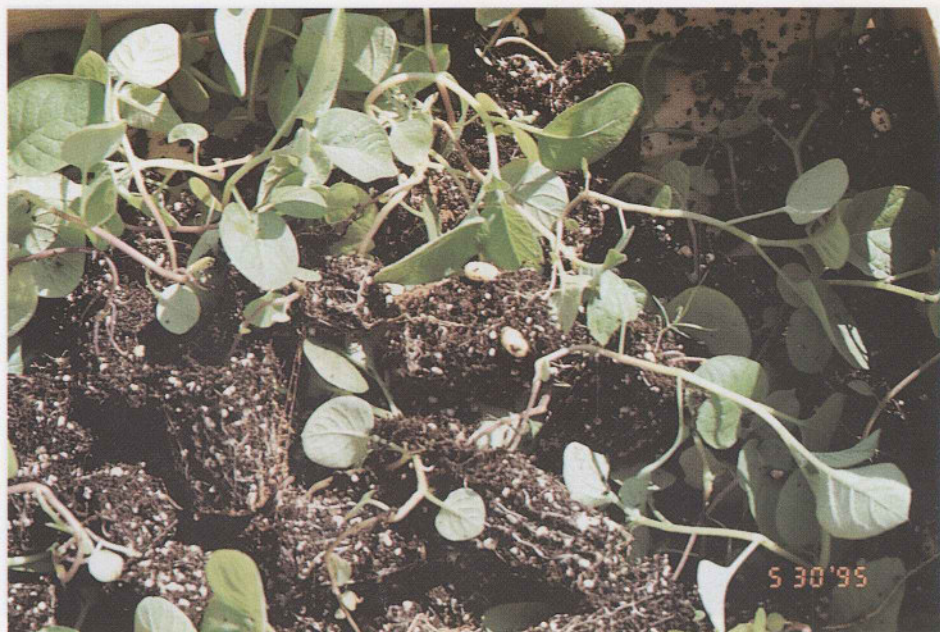
13.54. Cruzamientos. Fecundación forzada de la flor de la planta que actúa como hembra, con el polen de la flor de la planta que actúa como macho.
(Cortesía de Simón Isla)



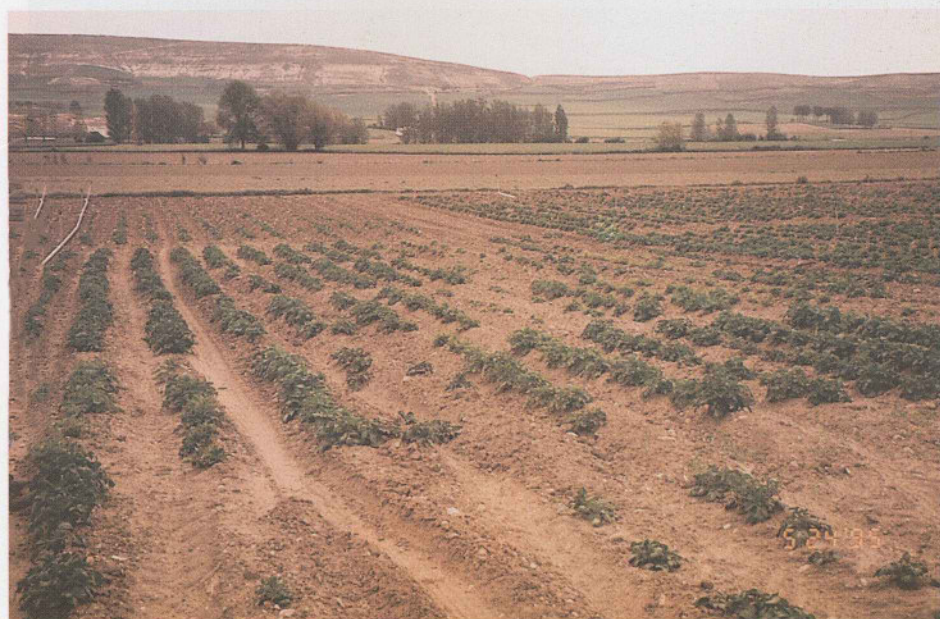
13.55. Cruzamientos. Baya obtenida como fruto del cruzamiento, en la que se ven las semillas. Cada una de estas semillas dará lugar a una planta de patata con diferente genotipo, o sea, que es una variedad diferente. (Cortesía de Simón Isla)



13.56. Preparación de las plantas obtenidas en invernadero a partir de cada semilla (clones), para su transporte al campo.



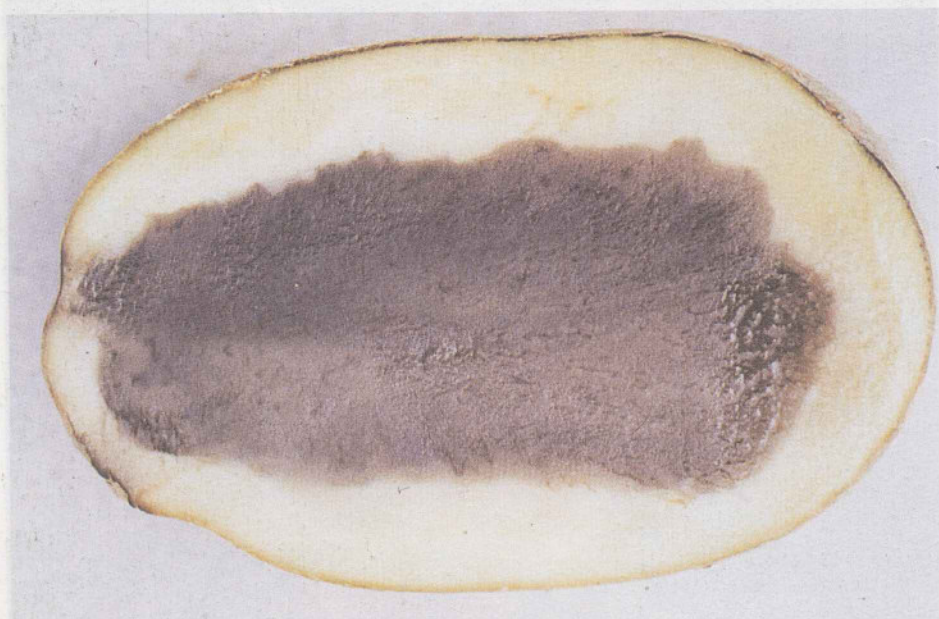
13.57. Plantas preparadas para su trasplante, donde al provenir de semilla verdadera, cada planta tiene un sólo tallo.



13.58. Ensayo preliminar para determinar el valor agronómico de los clones obtenidos.



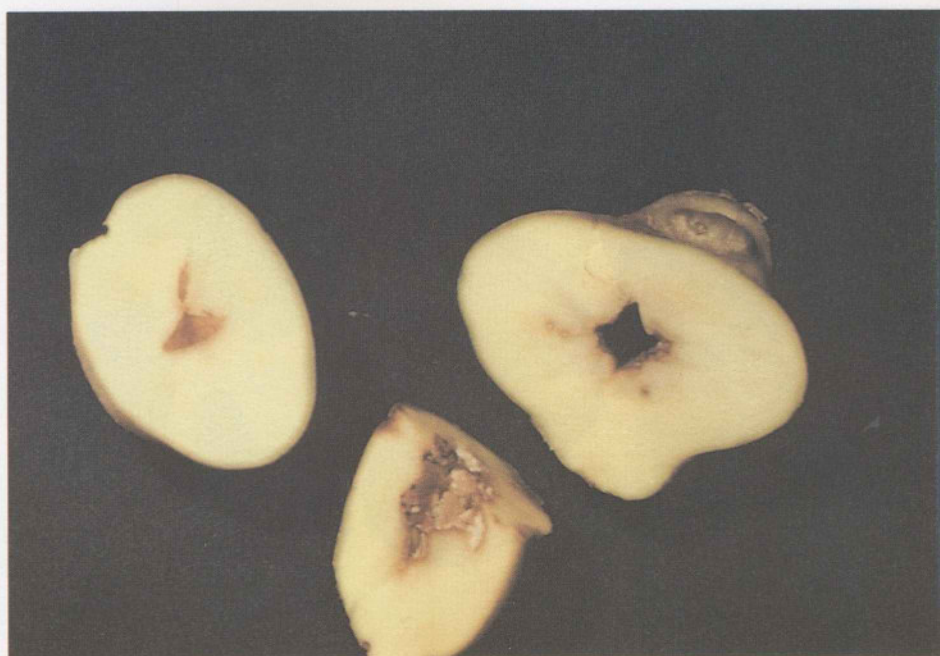
14.59. Es muy frecuente ver montones de tierra y tubérculos podridos en los alrededores de los almacenes donde se conservan o manipulan patatas, lo cuál es una práctica peligrosa dado que en estos montones se mantienen o hibernan muchos patógenos.



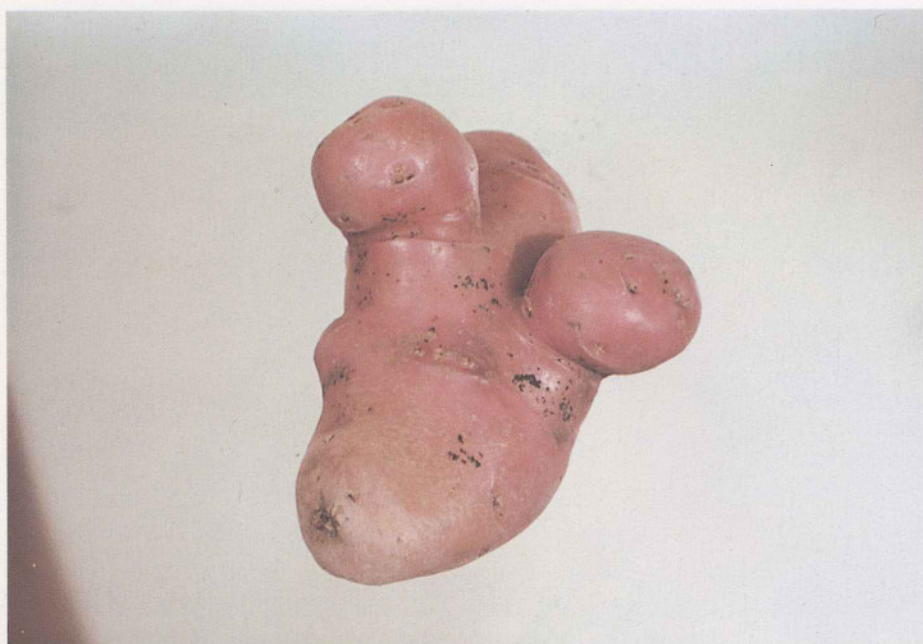
15.60. Tubérculo con corazón negro producido por asfixia o falta de oxígeno.



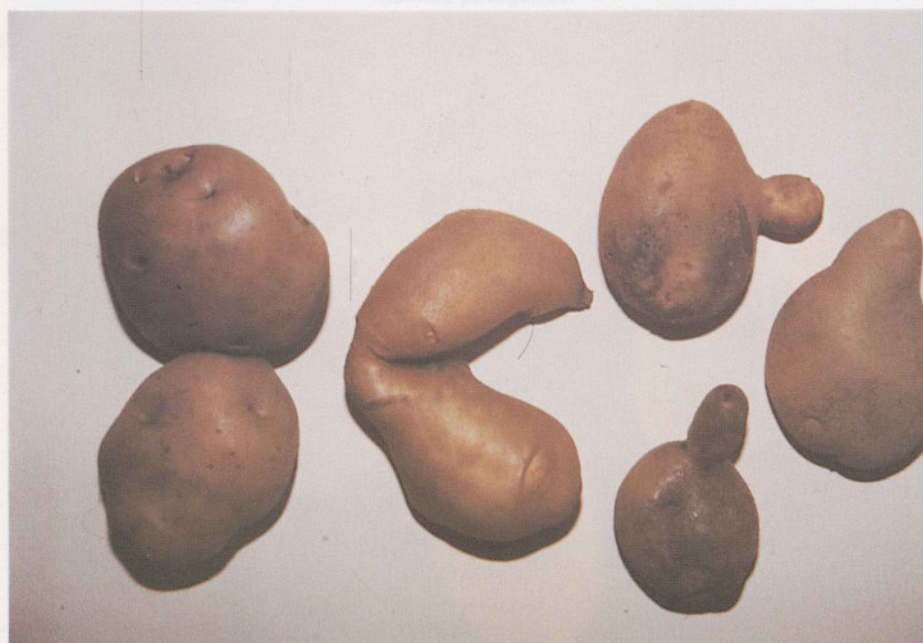
15.61. Plantas con daños en el follaje debidos a bajas temperaturas (heladas).



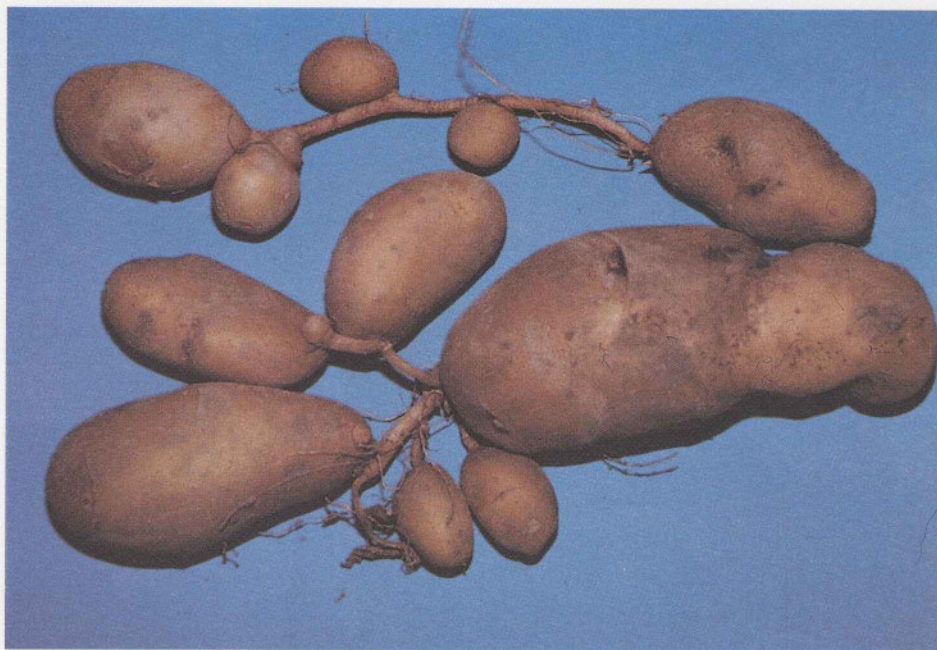
15.62. Tubérculo con corazón hueco. (Cortesía de Pablo García Benavides)



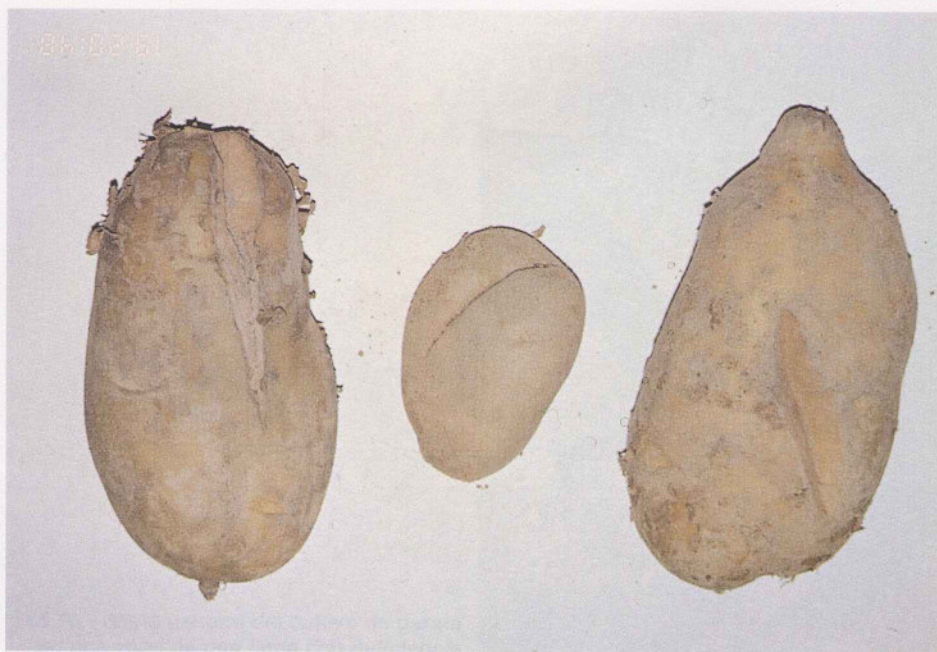
15.63. Tubérculo con segundos crecimientos.



15.64. Tubérculos con segundos crecimientos en cuello de botella o piriformes.



15.65. Tubérculos con crecimiento en rosario (gemación).



15.66. Tubérculos pelados y con grietas de crecimiento.



15.67. Tubérculos con grietas debidas al crecimiento.



15.68. Tubérculos enverdecidos por efecto de la luz.



15.69. Plantas de patata dañadas por el granizo. (Cortesía de Francisco Vilches)



15.70. Vista general del cultivo de patata en una zona de una finca con deficiencia en potasio.



15.71. Evolución en hojas de patata de los síntomas de deficiencia de potasio.
(Cortesía de Gema González)



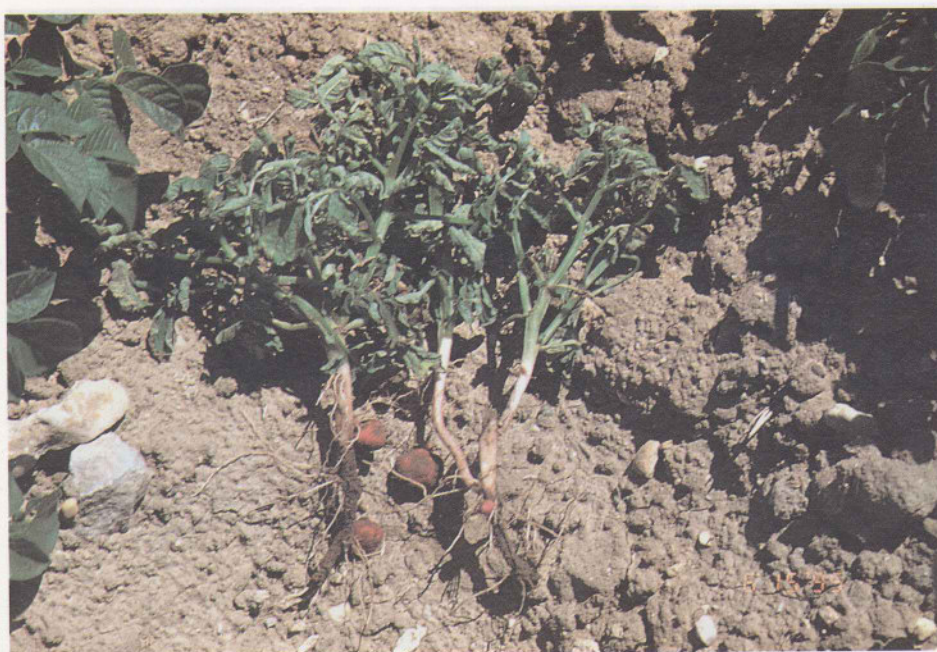
15.72. Planta de patata con el tallo quemado al haber sido afectada por golpe de sol.
(Cortesía de Pablo García Benavides)



15.73. Plantas afectadas por sequía persistente.



16.74. Planta afectada por pie negro (Erwinia) comparada con una planta sana.



16.75. Planta afectada por pie negro (Erwinia).



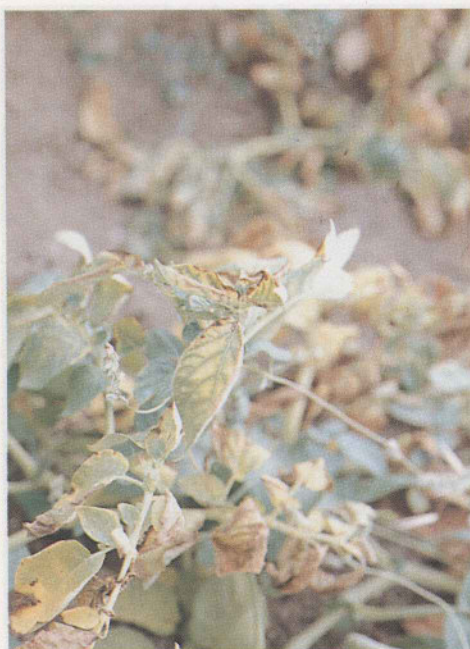
16.76. Detalle de los tallos de plantas de patata afectadas por pie negro (Erwinia).



16.77. Planta de patata con síntomas de estar afectada por marchitez bacteriana (*Burkholderia solanacearum*) o por necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*). (Cortesía de José Luis Palomo)



16.78. Tubérculo de patata afectado por marchitez bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*). (Cortesía de José Luis Palomo)



16.79. Planta de patata afectada por necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*) en la que se puede apreciar la clorosis intervenal de los folíolos y el enrollamiento de las hojas. (Cortesía de José Luis Palomo)



16.80. Tubérculo de patata afectado por necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*) y donde se observa el exudado fibroso. (Cortesía de José Luis Palomo)



16.81. Tubérculo de patata afectado por necrosis bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *sepedonicus*), en estado avanzado de afección. (Cortesía de José Luis Palomo)



16.82. Tubérculo afectado por sarna común (*Streptomyces scabies*) superficialmente.



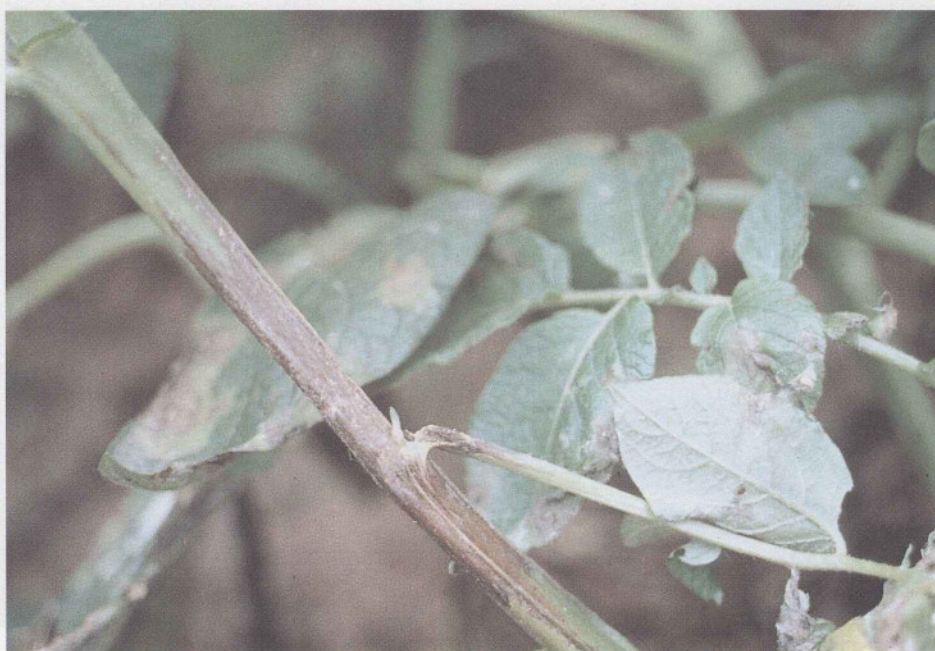
16.83. Tubérculo afectado por sarna común (*Streptomyces scabies*) que alcanza una cierta profundidad.



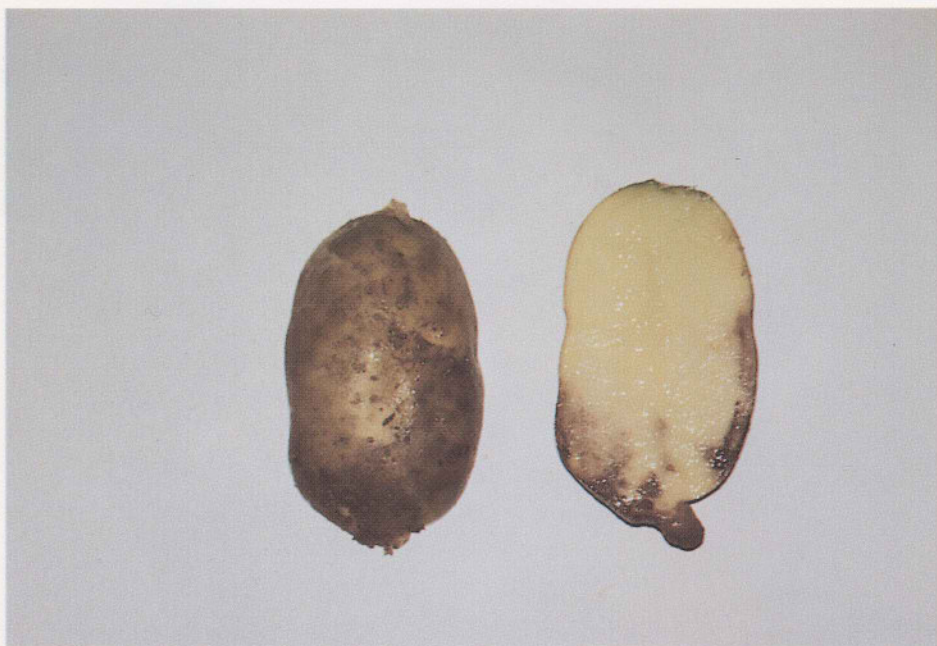
17.84. Planta de patata afectada por mildiu (*Phytophthora infestans*).
(Cortesía de Francisco Vilches)



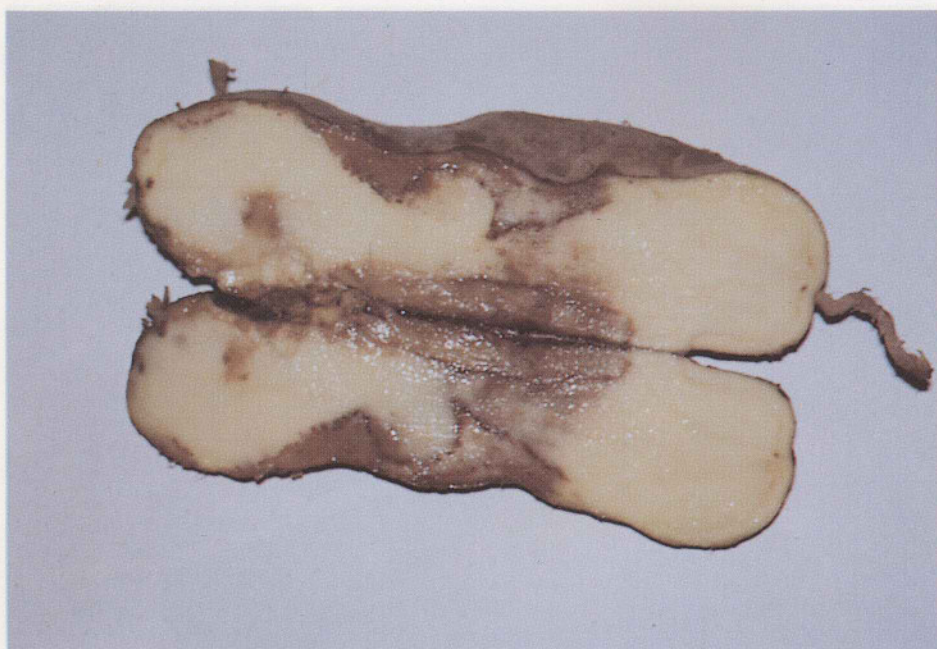
17.85. Mildiu (*Phytophthora infestans*) en el envés de una hoja de patata en la que se aprecia el micelio blanco producido por el hongo. (Cortesía de Francisco Vilches)



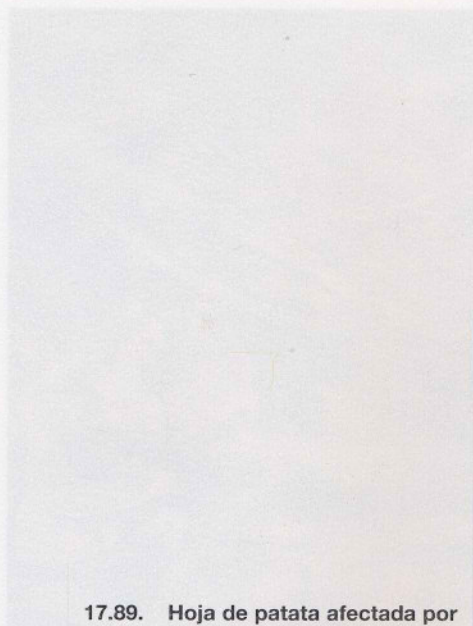
17.86. Mildiu (*Phytophthora infestans*) en tallo. (Cortesía de Francisco Vilches)



17.87. Tubérculo afectado por mildiu (*Phytophthora infestans*).



17.88. Tubérculo afectado por mildiu (*Phytophthora infestans*) en estado avanzado.



17.89. Hoja de patata afectada por alternaria (*Alternaria solani*).



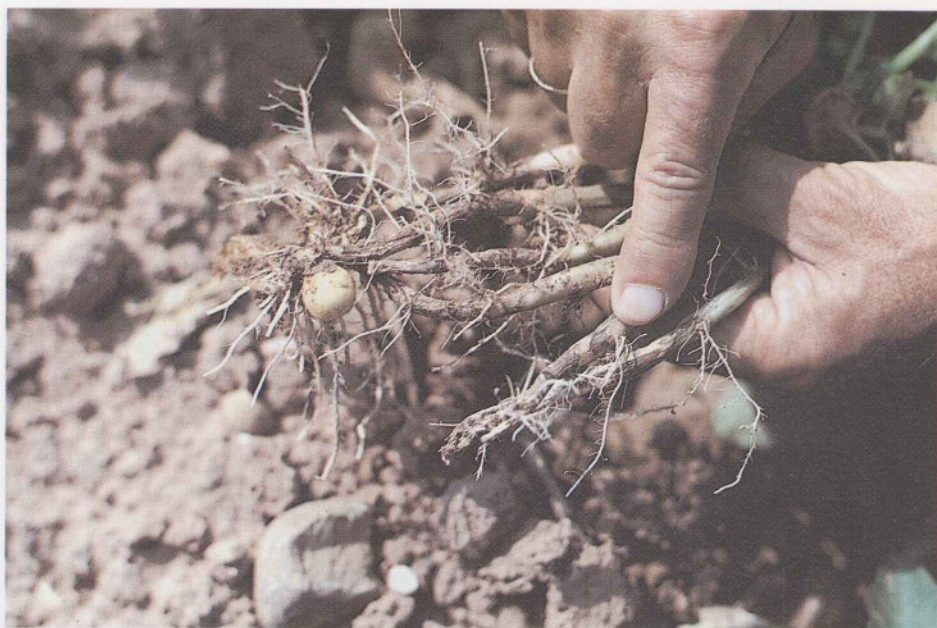
17.90. Mancha típica en foliolo de planta de patata afectado por alternaria (*Alternaria solani*).



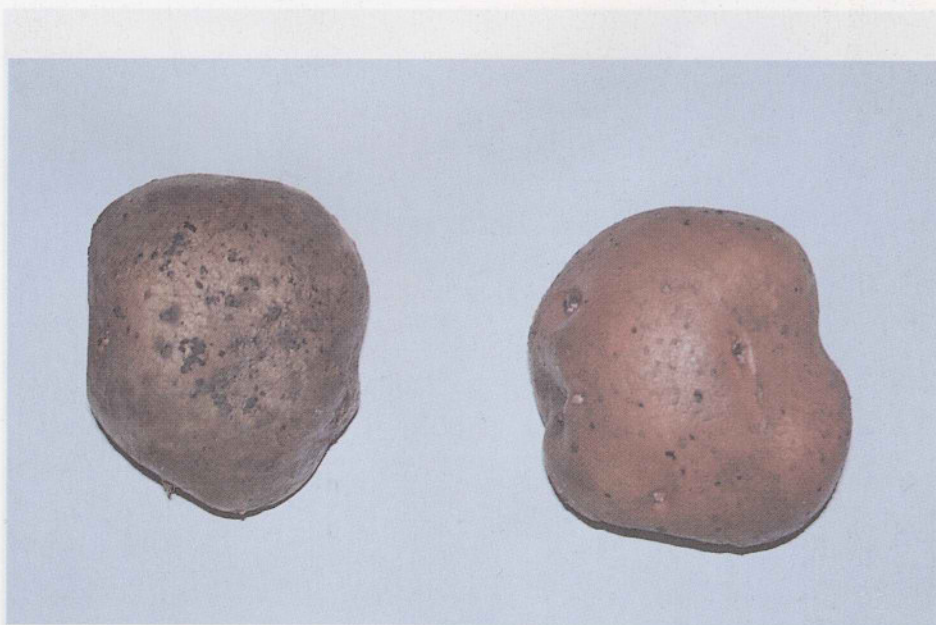
17.91. Planta de patata afectada por rizoctonia (*Rhizoctonia solani*) en la que se pueden ver los tubérculos aéreos. (Cortesía de Pablo García Benavides)



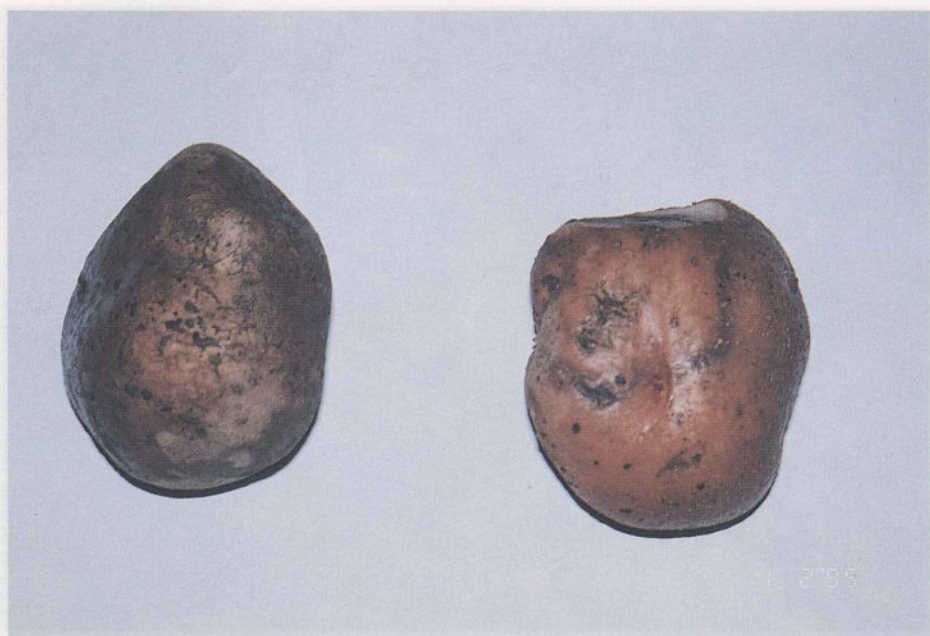
17.92. Planta de patata con tubérculos aéreos en las axilas de las ramas, como consecuencia del ataque de rizoctonia (*Rhizoctonia solani*). (Cortesía de Pablo García Benavides)



17.93. Chancros o heridas producidos por rizoctonia (*Rhizoctonia solani*) en los tallos de plantas de patata.



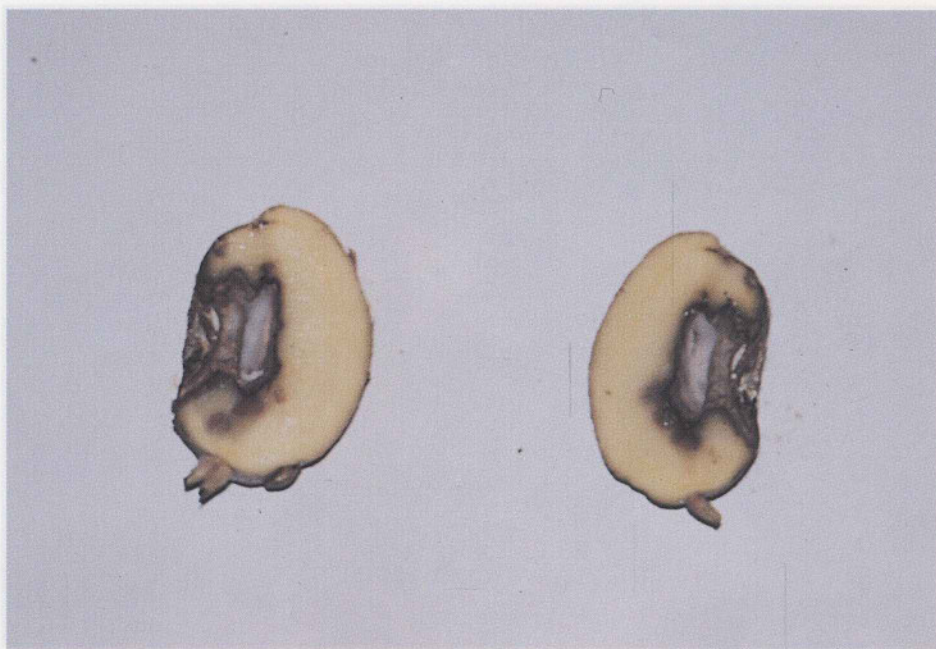
17.94. Tubérculos de patata en los que se pueden ver los esclerocios (manchitas oscuras) de rizoctonia (*Rhizoctonia solani*).



17.95. Tubérculo de patata de piel roja afectado por sarna plateada (*Helminthosporium solani*) y en el que se ven también esclerocios de rizoctonia (*Rhizoctonia solani*).



17.96. Tubérculo de patata de piel blanca afectado por sarna plateada (*Helminthosporium solani*).



17.97. Tubérculo de patata afectado por *Fusarium*.



17.98. Tubérculos de patata afectados por *Fusarium* en fase avanzada (momificados).



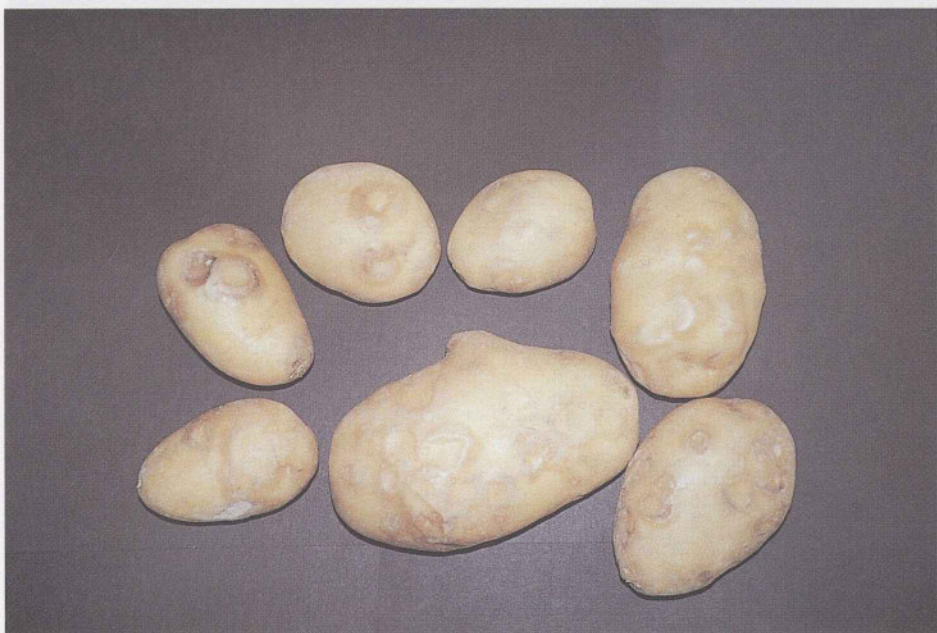
18.99. Planta de patata afectada por el virus del enrollado, comparada con una planta sana.



18.100. Planta de patata afectada por el virus del enrollado.



18.101. Planta de patata afectada por la raza O del virus PVY presentando los síntomas típicos de planta apalmerada, comparada con una planta sana.



18.102. Síntomas en tubérculo de patata de variedad Monalisa, de la raza NTN del virus PVY. (Cortesía de Gema González)



18.103. Diferentes grados de afección en tubérculos de patata de variedad Hermes, por la raza NTN del virus PVY. (Cortesía de Gema González)



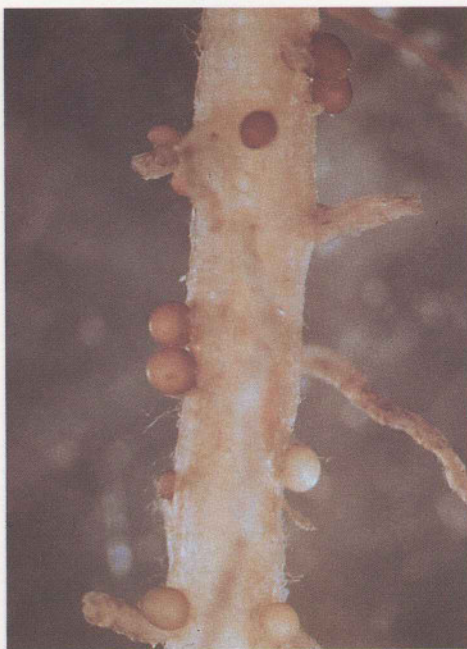
18.104. Síntomas en tubérculo de patata de variedad Red Pontiac, del virus rattle. En el tubérculo de la izquierda se aprecian también los esclerocios de rizoctonia (*Rhizoctonia solani*).



19.105. Aparato lavador de tierras para
detección de nematodos formadores
de quistes.



19.106. Bandejas para el secado de tierra y lavado posterior de la misma con el lavador
Fenwick, para detección de nematodos formadores de quistes.



19.107. Hembras de nematodo del quiste (*Globodera*) alimentándose de la raíz de una planta de patata.
(Cortesía de Pablo García Benavides)



19.108. Escarabajos (*Leptinotarsa decemlineata*) adultos en plantas de patata.

19.109. Escarabajos (*Leptinotarsa decemlineata*) adultos apareándose.



19.110. Larvas de escarabajo (*Leptinotarsa decemlineata*) en planta de patata



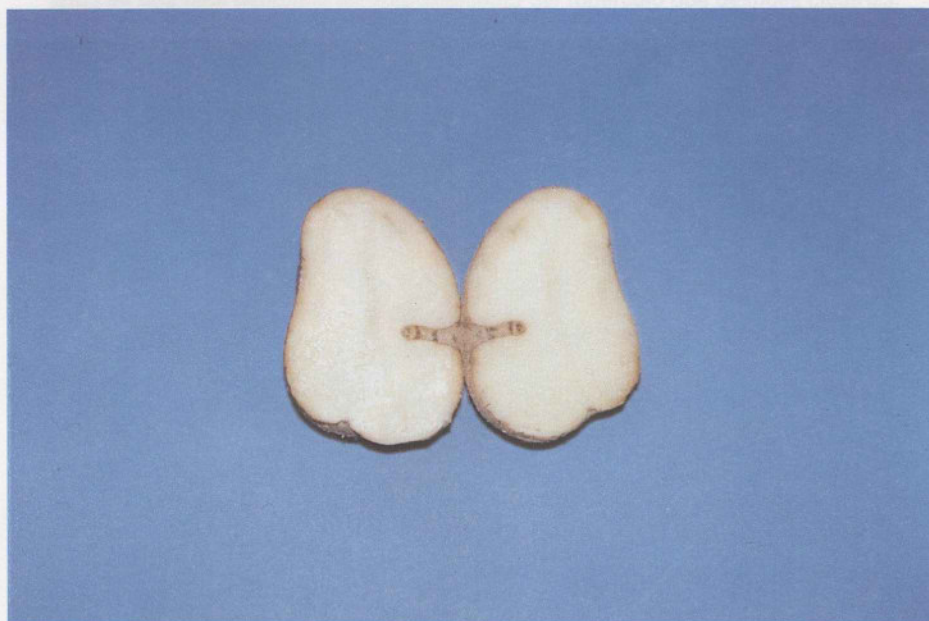
19.111. Daños producidos en plantas de patata donde se están alimentando larvas de escarabajo (*Leptinotarsa decemlineata*).



19.112. Huevos de escarabajo (*Leptinotarsa decemlineata*) en el envés de la hoja.
(Cortesía de Pablo García Benavides)



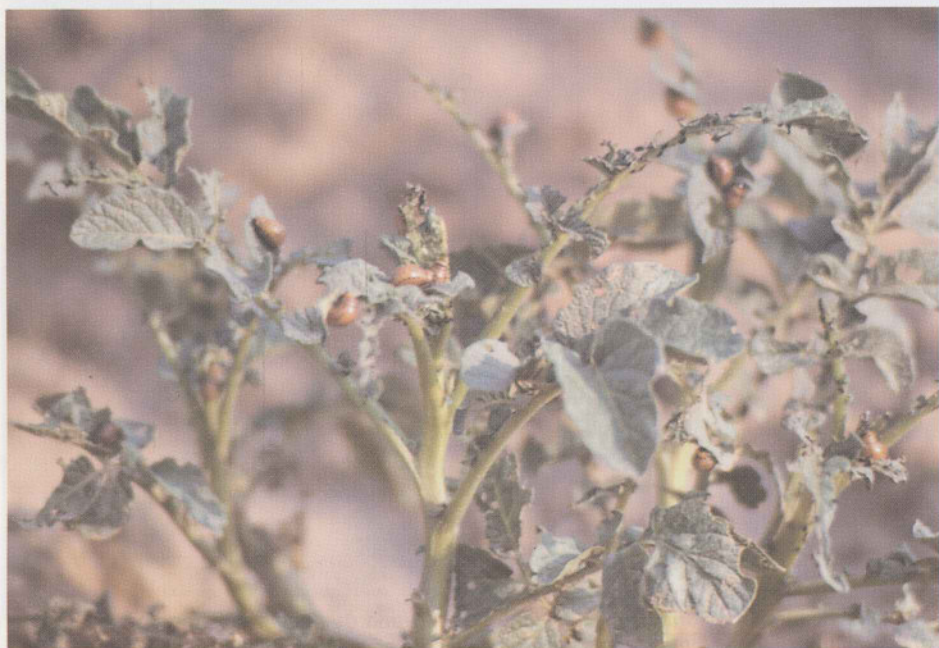
19.113. Gusano de alambre (*Agriotes* spp.). (Cortesía de Pablo García Benavides)



19.114. Daños ocasionados por un ataque temprano de gusano de alambre (*Agriotes* spp.) en tubérculo de patata, donde el tubérculo ha seguido creciendo y la galería se ha ido agrandando y cicatrizando.



19.115. Larva de gusano gris (*Agrotis* spp.) enroscada, tal como se le suele encontrar en el campo. (Cortesía de Pablo García Benavides)



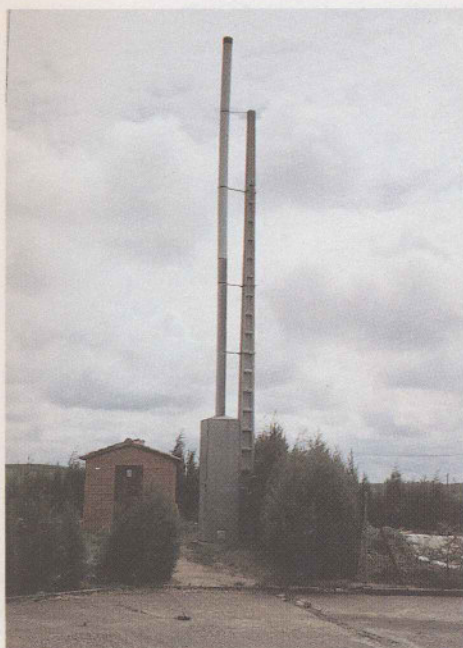
19.116. Gusano gris (*Agrotis* spp.). (Cortesía de Francisco Vilches)



19.117. Daños producidos en tubérculo de patata por el gusano de alambre (*Agriotes* spp.) en una fase temprana de engrosamiento del tubérculo que después cicatriza.



19.118. Trampa de Moericke para captura y posterior estudio de pulgones alados utilizada para comprobar los vuelos de pulgones en las zonas productoras de patata de siembra.



19.119. Torre de succión para captura y posterior estudio de insectos voladores.



19.120. Instalaciones de laboratorio para identificación de pulgones.

El autor, aparte de haber nacido en una familia y en una zona de patata de siembra, ha desarrollado su vida profesional casi en su totalidad en el sector de la patata, principalmente en la producción de patata de siembra, pero también durante dos años en una industria transformadora de patata en aperitivos, y otros dos años en otra firma productora de congelados a base de patata. Esta circunstancia ha favorecido el que esta obra se plantee la influencia de los diferentes factores que intervienen en la producción de patata, en función del destino que se tenga previsto para la cosecha obtenida.

Actualmente, y desde hace varios años, el autor trabaja como Ingeniero Agrónomo del Centro de Control de Patata de Siembra que la Junta de Castilla y León tiene en Burgos.

En esta obra, además de los capítulos dedicados a los factores que influyen propiamente en la producción de patata, se ha hecho mucho hincapié en las plagas y enfermedades que no solo afectan a la producción, sino que condicionan en gran manera la calidad final del producto.

Paradójicamente, una de las cuestiones menos conocidas incluso por los mismos agricultores productores de patata, son las Normas Oficiales de Calidad, tanto de patata de consumo como de siembra, por lo que se han incluido en este libro para su consulta.

Un capítulo que puede resultar especialmente útil a las personas que trabajan con patatas, es la clave básica para identificación de enfermedades que puede dar una idea rápida del tipo de problema existente, aunque nunca podrá sustituir la opinión o el diagnóstico de un experto o de un laboratorio.

